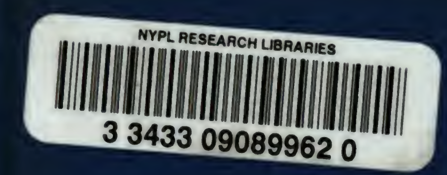

NYPL RESEARCH LIBRARIES
3 3433 09089962 0




Vermischte Schriften

von

Friedrich Theodor Schubert,

Russisch-Kaiserl. wirklichem Staats-Rath, Ritter vom Wladimir- und vom Annen-Orden, Mitgliede der Akademieen der Wissenschaften zu St. Petersburg, Stockholm, Kopenhagen, Upsala, Boston u. s. w.



Vierter Band.

Stuttgart und Tübingen,
in der J. G. Cotta'schen Buchhandlung.
1826.

Astronomie.

Jupiter.

Es war billig, oder vielmehr ein glücklicher Zufall, daß der größte Körper unsers Sonnen-Systems, dessen ungeheure Masse, da sie die aller übrigen Planeten dreymal übertrifft, selbst ein Zentral-Körper seyn könnte, der mächtigsten Gottheit des Olymps zugeignet ward. Dieser Planet, der nach der Venus der schönste Stern an unserm Himmel ist, sie sogar oft an Glanz übertrifft, und sich von allen Planeten durch sein reines gelbliches Licht auszeichnet, hatte im höchsten Alterthum den wohlverdienten Namen des Glänzenden, und ward von den Griechen mit dem Namen des Jupiters oder Zevs benannt. Auch das Zeichen, womit er noch jetzt bezeichnet wird (♃), ist wahrscheinlich nichts anders als der erste Buchstabe Z des griechischen Namens Zevs. In der Mineralogie ist es das Zeichen des Zinns.

Jupiter macht in 4332 Tagen 14 Stunden 18 Min. 41 Sek. oder in zwölf Jahren weniger fünfzig Tagen, in einer über fünfmal größern Entfernung als die Erde, einen Umlauf um die Sonne; sein synodischer Umlauf, oder die Zeit in welcher er wieder dieselbe Stellung gegen die Sonne von der Erde aus

Vermöge eben dieser Wirkung rückt jene Ebne, so wie ihre Durchschnitts-Punkte mit der Ekliptik, jährlich um 16 Sekunden zurück, und die elliptische Bahn selbst schiebt sich in ihrer Ebne jährlich um fast 7 Sekunden vorwärts oder nach der linken Seite.

Wegen der Eccentrizität seiner Bahn ändert sich die Entfernung Jupiters von der Sonne von 100 bis zu 110 Millionen Meilen, seine Entfernung von der Erde aber, nach der verschiedenen Lage beyder Planeten, von 79 bis 130 Millionen Meilen; und in eben diesem Verhältniß ändert sich sein scheinbarer Durchmesser.

Jupiter ist in Durchmesser 11 mal, an Oberfläche 121 mal, und an körperlichem Inhalte 1333 mal größer als die Erde: sein Durchmesser beträgt also 18,917 Meilen, seine Oberfläche 1124 Millionen Quadrat-Meilen, und seine körperliche Größe viertehalb Billionen Kubik-Meilen.

Auf der Sonne erscheint Jupiter, unerachtet seiner fünfmal größern Entfernung, doch zweymal größer im Durchmesser als die Erde; allein die Sonnen-Scheibe erscheint ihm 27 mal kleiner als uns, daher die Erleuchtung, die Jupiter von der Sonne erhält, 27 mal schwächer als die Erleuchtung der Erde, und 180 mal geringer als die des Merkurs ist. Der Durchmesser der Sonne ist auf dem Jupiter nur sieben bis acht Mal größer, als uns Jupiter erscheint.

Die Bewegungen der vier Trabanten, die, durch Jupiters Masse angezogen, ihre Bahnen um ihn beschreiben, sind uns so vollkommen bekannt, daß daraus die Masse des Haupt-Planeten mit großer Genauigkeit bestimmt werden konnte. Jupiters Masse ist 316 mal größer als die Erd-Masse, fast dreymal größer als die Masse aller übrigen Planeten zusammen genommen, und wird selbst von der Zentral-Masse der Sonne nur 1067 mal übertroffen: d. h., tausend Kugeln wie Jupiter würden Stoff genug geben, um daraus eine Sonne zu bilden, und der einzige Jupiter würde hinlänglichen Stoff zur Bildung von dreymal so vielen und eben so großen Welt-Körpern liefern, als alle uns bekannte Planeten sind. Die Materie woraus Jupiter besteht, ist fast genau so dicht wie die Sonnen-Masse, und viermal lockerer als die Erd-Masse: die Schwere wirkt auf dem Jupiter zwey bis dreymal stärker als auf der Erde, und die Körper fallen dort in der ersten Sekunde 39 Fuß.

Diese ungeheure Masse dreht sich in der kurzen Zeit von 9 Stunden 56 Minuten einmal um eine Axe, und der Aequator dieser Umdrehung macht mit der Bahn des Planeten um die Sonne den kleinen Winkel von drey Grad. Eine so geringe Schiefe der Ekliptik hat die natürliche Folge, daß auf dem Jupiter der Wechsel der Jahres-Zeiten kaum merklich,

der Unterschied der Klimate aber sehr empfindlich seyn muß. In den glücklichen Zonen um den Aequator dieses großen Welt-Körpers herrscht ein ewiger Frühling oder Sommer, indeß der Winter seiner Polar-Länder nie unterbrochen wird. Mit geringem Unterschiede ist auf diesem ganzen Planeten unaufhörlich fünf Stunden Tag und fünf Stunden Nacht, und die Sonne ändert ihre Mittags-Höhe im ganzen Laufe des Jahres nur um sechs Grad. Uns, die wir gewohnt sind, unsern Tag von 24 Stunden zum allgemeinen Zeit-Maaße zu gebrauchen, und die Geschäfte unsers Lebens in diesen Zeitraum, wie in einen Rahmen, einzufassen, scheint es unmöglich, die täglichen Arbeiten in der kurzen Zeit von fünf Stunden abzuthun. In der That muß das Leben auf dem Jupiter sehr von dem unsrigen verschieden seyn. Dort hat ein Mädchen von sechszehn Sommern die Erfahrung von beynahe zwey Jahrhunderten, und wer achtzig Mal den Umlauf der Sonne erlebte, der hat Methusalahs Alter erreicht. Wenn es dort nicht so selten wie bey uns ist, sich täglich mit einer Mahlzeit zu begnügen, so werden dagegen durchwachte Nächte desto häufiger seyn. Selbst ihre Kriege, wenn sie nicht unglücklich genug sind, sie ganz zu entbehren, müssen ganz anders geführt werden als bey uns: denn kaum sind die feindlichen Heere aufgestellt, und alle Anstalten zum großen Trauerspiele gemacht, so bedeckt die Nacht die Helden mit ihrem

Schleyer, und vereitelt die Plane des Feldherrn. Die Natur hat indessen das größte ihrer Werke in unserm Sonnen-System auf eine andere Art schadlos gehalten, wodurch Tag und Nacht auf dem Jupiter einander sehr nahe gebracht werden: es wird hievon bey Gelegenheit seiner Trabanten die Rede seyn.

Das wenige was uns die Fernröhre, in dieser großen Entfernung, über den physischen Zustand dieses Haupt-Planeten gezeigt haben, schränkt sich auf folgendes ein. Die kaum merkliche Aenderung der Jahrs-Zeiten, und die lange Dauer derselben, welche die der unsrigen zwölfmal übertrifft, muß natürlich auf diesem Planeten einen stärkeren und bleibenderen Eindruck machen, als wir auf der Erde bemerken; und wir dürfen uns daher nicht wundern, wenn dieser Eindruck, und der daraus entstehende scharfe Abschnitt der Klimate, uns sogar in dieser großen Entfernung merklich ist. In der That zeigt sich Jupiter beym ersten Anblick, durch gute Fernröhre, wie eine künstliche Erd-Kugel, auf der die warmen und die kalten Zonen durch verschiedene Schattirungen angezeigt sind. Helle und dunkle Streifen, die unerachtet ihrer häufigen Aenderungen immer dem Aequator genau parallel bleiben, bedecken die Scheibe des Jupiters zu jeder Zeit. Am gewöhnlichsten zeigt er sich unter folgender Gestalt: ein heller gelber Streifen, in dessen Mitte der Aequator liegt, ist von zwey breiten dunkeln Streifen

umgeben, auf welche zwey helle Zonen folgen, die nach den Polen hin von zwey etwas weniger breiten dunkeln Streifen begränzt sind, worauf sich bis zu den Polen eine Fläche erstreckt, die weniger braun als die vier dunkeln Streifen, und nicht so weiß als die Aequatorial-Zone, mit einer schwachen grauen Farbe bedeckt ist, welche aus unzähligen zarten Haar-Streifen entsteht, zwischen welchen die weiße Oberfläche hin und wieder durchscheint. Von den vier dunkeln Streifen sind die zwey, die den Aequator umgeben, die beständigsten: von den zwey entfernteren ist besonders der obere, oder nordliche, nicht allein an sich schmäler als der südliche, sondern auch so großen Aenderungen unterworfen, daß er oft ganz verschwindet, oder nur kleine Fragmente von ihm überbleiben. Aehnliche, wiewohl geringere, Veränderungen gehen in allen hellen und dunkeln Streifen fast unaufhörlich vor. Die helle Aequatorial-Zone nimmt zuweilen eine dunkelbraune Farbe an, die sich aber doch immer deutlich von der schwärzlichen Farbe der dunkeln Streifen unterscheidet; zuweilen entwickeln sich in ihr kleine blendend-weiße Stellen. Auch bilden sich, außer diesen immer fortdauernden Streifen, oft ganz schwarze runde Flecken, die vor unsern Augen vergehn und wieder kommen, mehrentheils sehr nahe beym Aequator liegen, und einen Weg über den Jupiter nehmen, der, so wie die Streifen, dem Aequator parallel ist.

Daß diese großen und plötzlichen Aenderungen, die sich in der Farbe, Gestalt, Größe und Bewegung der Streifen, unaufhörlich, aber immer in einer dem Aequator parallelen Lage zeigen, Begebenheiten sind, die auf dem Planeten selbst vorgehen, das hat nicht die mindeste Wahrscheinlichkeit. Was für Kräfte müßten dort wirken, um so ungeheure Revolutionen in wenigen Stunden hervorzubringen! Dieser Weltkörper müßte der Schauplatz von Zerrüttungen seyn, die ihn gänzlich unbewohnbar machten; und es läßt sich kein Grund denken, warum diese durch innere Kräfte bewirkte Katastrophen genau der Richtung des Aequators oder der täglichen Umdrehung des Planeten folgten. Selbst ihre Bewegung über die Jupiters-Scheibe, die von der Umwälzung des Planeten sehr verschieden ist, beweist, daß sie sich um ihn bewegen, mithin nicht Theile seiner Oberfläche sind. Wenn man sich hingegen der Passat-Winde erinnert, dieses beständigen Zuges unserer Atmosphäre von Osten nach Westen, so wird man ohne Bedenken auch jene Streifen des Jupiters, besonders aber ihre Aenderungen und Bewegungen, für Meteore halten, und leicht vermuthen, daß, wenn die langsame Rotation unserer Erde solche Erscheinungen hervorbringt, die ohne Vergleich schnellere Umwälzung des Jupiters weit bedeutendere Resultate unsern Augen darstellen müsse.

Ein Punkt im Aequator der Erde durchläuft, ver-

möge ihrer täglichen Umdrehung, in einer Sekunde einen Raum von dem sechszehnten Theil einer Meile: Jupiters Umdrehung geschieht in einer mehr als zweymal kleineren Zeit, und sein Durchmesser, also auch sein Umkreis, ist elfmal größer als der der Erde; ein Punkt im Aequator dieses Planeten bewegt sich also 27mal schneller als auf der Erde, und durchläuft in einer Sekunde beynahe zwey Meilen. Man darf sich also nicht wundern, daß wir die Wirkungen dieser schnellen Umwälzung deutlich sehen. Schon durch mittelmäßige Fernröhre erscheint Jupiter nicht als eine vollkommene Kugel, sondern ist an beyden Polen merklich eingedrückt, nämlich um den zwölften Theil seines Durchmessers; und was sich uns als Streifen und Flecken zeigt, ist wahrscheinlich nichts anders als Anhäufung und Zerstreuung, Verdichtung und Aufklärung in der Atmosphäre Jupiters. Die ganz weißen Stellen wären dann einzelne Gegenden der wahren Oberfläche dieses Planeten, die von einem vollkommen heitern oder durchsichtigen Himmel bedeckt sind; und die dunkeln Stellen etwas unsern Wolken ähnliches, ohne daß man gerade an Regen oder Schnee dabey denken darf. Nur, weil wir uns nichts deutlich vorstellen können, wovon wir nicht das Urbild auf der Erde gesehen haben, ist es uns erlaubt, die den Aequator umgebenden dunkeln Streifen mit der Regen-Zeit unserer heißen Zone, besonders im innern Afrika, zu vergleichen, die

schwarzen Flecken mit unsern Gewitter-Wolken, die grauen Streifen mit den leichteren Dünsten, und ihre dem Aequator parallele Lage mit dem unveränderlichen Zuge unserer Passat-Winde; allein diese meteorischen Erscheinungen sind dort, so wie alles, wahrscheinlich nach einem weit größeren Maaßstabe ausgeführt.

So wenig wir indessen von der Natur dieser Meteore wissen, so haben wir doch vielleicht von den Revolutionen, die in der Atmosphäre Jupiters vorgehen, im Ganzen eine richtigere Uebersicht, als die Bewohner dieses Planeten selbst. Wir sehen, über welchen Gegenden ein heiterer oder ein bewölkter Himmel liegt, und mit welcher Geschwindigkeit die Wolken über die ganze Oberfläche dieses großen Welt-Körpers hinfliegen. Es giebt Flecken, die in sieben Stunden, andere, die in acht, neun oder zehn Stunden einen ganzen Umlauf machen; und daraus, daß ihr Umlauf fast immer kürzere Zeit dauert, als die Rotation des Planeten von zehn Stunden, folgt das sonderbare Resultat, daß der allgemeine Zug der Wolken, oder der Atmosphäre Jupiters, nach eben der Richtung geschieht, wie die Rotation, also nicht wie die Passat-Winde der Erde von Osten nach Westen, sondern von Westen nach Osten. Doch zeigen sich außer diesem allgemeinen West-Winde, auch kleinere Seiten-Winde nach Norden und Süden. Die beständigen Bewegungen oder Winde sind weit vom Aequator nicht sehr schnell, nur wie

unsere gewöhnlichen Winde von siebzehn Fuß in einer Sekunde; allein nahe am Aequator haben sie eine Geschwindigkeit von drey- bis vierhundert Fuß. Wenn man sich hiebey erinnert, daß auf unserm Planeten ein Wind, der 32 Fuß in einer Sekunde durchläuft, stark genug ist, um Bäume zu entwurzeln, so wird man sich vorstellen, wie ganz anders die Natur auf dem Jupiter wirkt, als auf der Erde. Man hat sogar Bewegungen in der Atmosphäre Jupiters bemerkt, die mit einer Geschwindigkeit von zehntausend Fuß in einer Sekunde geschehen, die man aber wohl nicht für wahres Fortrücken der Luft, oder für Winde, sondern für Meteore halten muß, die unsern Blitzen oder Nordlichtern ähnlich sind. Die stärksten Revolutionen in der Atmosphäre Jupiters scheinen in seiner südlichen Hemisphäre vorzugehn, wo sogar zuweilen der Rand der Scheibe ausgeschnitten scheint: dieß läßt sich wohl nicht anders erklären, als durch dicke Wolken, die den Planeten an einer solchen Stelle mit einem undurchsichtigen Schleyer bedecken, oder vielmehr durch eine sehr verstärkte Strahlen-Brechung, die aus verdichteter Luft entsteht.

Doch wichtiger als die Atmosphäre, die Witterung, oder die Jahres-Zeiten Jupiters, sind für uns seine vier Monde, die uns eine neue Welt, ein Planeten-System en miniature zeigen. Jupiter war der erste Planet, durch den wir lernen konnten, daß unser Eigendünkel sich so wenig auf den Vorzug eines Mon-

des, der unsere Erde begleitet und erleuchtet, als auf die Stelle, die wir im Sonnen-System einnehmen, etwas zu gute thun darf. Bald nach Erfindung der Fernröhre entdeckte man, daß es Planeten in unserm System giebt, die die Erde nicht allein an Größe weit übertreffen, sondern auch in Rücksicht der Monde, wie billig, viel mehr von der Natur begünstigt sind; und die Anzahl der Trabanten, von denen die größeren und entfernteren Planeten umgeben sind, hat mit der Vollkommenheit der Fernröhre in den neuesten Zeiten um das Doppelte zugenommen. Es war zu erwarten, daß die Natur, die keinen Raum verschwendet, keine Zeit verliert, keine Kraft unbenutzt läßt, und die jedes ihrer Werke mit gleicher Sorgfalt pflegt, den Raum, der die großen Planeten von einander trennen muß, damit sie ihren Lauf um die Sonne ungestört verrichten können, mit kleinern Körpern, die ihrer Bewegung nicht hinderlich seyn können, angefüllt, die großen Massen, die Kraft genug haben, kleinere Systeme zu regieren, nicht ohne Trabanten gelassen, und die entfernteren Welt-Körper für das schwächere Sonnen-Licht durch Monde entschädigt haben werde: und diese Erwartung ist vollkommen erfüllt worden.

Ungefähr ein Jahr nach der Erfindung der Fernröhre wurden in Deutschland und Italien vier kleine Sterne entdeckt, die man zuerst für Fixsterne hielt,

die sich aber bald dadurch als Trabanten des Jupiters bewährten, daß sie in allen möglichen Combinationen, sämmtlich oder zum Theil, bald an der rechten, bald an der linken Seite dieses Planeten standen, sich nie weit von ihm entfernten, und so mit ihm gemeinschaftlich als seine Begleiter unter den Fixsternen fortrückten, und seine Bahn um die Sonne, wiewohl durch viele Umwege, mit machten.

Indem ein Trabant von einer Seite des Haupt-Planeten zur andern herüber tritt, muß er vor oder hinter ihm vorbey gegangen seyn; und wenn gleich die ersten Fernröhre nicht vollkommen genug waren, um zu zeigen, welches von beyden der Fall sey, so konnte man doch leicht aus der Analogie aller Bewegungen, die wir am Himmel kennen, noch mehr aber aus den allgemeinen Gesetzen der Bewegung schließen, daß sie, indem sie hin und her zu rücken schienen, sich nicht in gerader Linie oder im Zickzack, sondern in einem Kreise um den Jupiter bewegten; und alle nachfolgenden Beobachtungen haben hierüber keinen Zweifel gelassen.

Wenn Jupiter der Sonne gerade gegenüber steht, oder in Opposition ist, so sieht man mit guten Fernröhren den hellen Trabanten in den linken oder östlichen Rand der Jupiters-Scheibe eintreten, und auch noch einige Zeit, besonders wenn ihn sein Weg über einen dunkeln Streifen führt, als einen helleren Punkt über die Scheibe des Planeten fortrücken, weil diese Scheibe

nahe am Rande wegen der dickeren Atmosphäre dunkler erscheint, mithin den Trabanten, der sich außer dieser Atmosphäre befindet, durch sein stärkeres Licht auszeichnet. In einiger Entfernung vom Rande, wo das Licht Jupiters durch die Atmosphäre nicht so sehr geschwächt wird, vermischen sich beyde Lichter mit einander, und der Trabant ist gewöhnlich nicht mehr von der Scheibe Jupiters, über die er wegläuft, zu unterscheiden. Wenn er sich dem andern oder westlichen Rande nähert, wird er, aus derselben Ursache wie beym Eintritt, wieder sichtbar, bis er als ein heller Punkt aus der Scheibe austritt. In der Zwischenzeit, da der Trabant als heller Punkt in der Jupiters-Scheibe unsichtbar wird, erscheint statt seiner oft ein grauer Flecken, der sich von den Streifen Jupiters durch eine dunklere Farbe auszeichnet, und denselben Weg nimmt wie der Trabant, bis er kurz vor seinem Austritt sich aufklärt und wieder zum hellen Punkte wird; doch sieht man auch oft diesen Flecken bis an seinen Austritt aus dem Rande. Dies kann nichts anders seyn, als ein Flecken im Trabanten, der nur so lange sichtbar ist, als er über den hellsten mittleren Theil Jupiters weggeht: welches nicht allein daraus folgt, daß der Weg, den er nimmt, genau die Fortsetzung der unterbrochenen Bahn des bis dahin hellleuchtenden Trabanten ist, sondern auch daraus, daß auf dem ganzen Wege weder seine Gestalt, Größe, noch Bewegung sich ändert; da hingegen,

gegen, wenn es ein Flecken auf dem Jupiter wäre, seine Gestalt nahe am Rande, wo wir ihn in sehr schiefer Richtung sehen, schmäler, und seine Bewegung langsamer werden müßte.

Hier sieht man also deutlich den Trabanten vor dem Jupiter vorüber gehn. Nachdem er nun seine größte Entfernung an der rechten Seite des Jupiters erreicht hat, nähert er sich ihm wieder, berührt seinen rechten Rand, verschwindet hinter dem Jupiter, und tritt, nachdem er einige Zeit unsichtbar gewesen ist, am linken Rande wieder hervor: er hat also wirklich einen Umlauf um den Planeten gemacht.

Vor und nach der Opposition, wenn Jupiter nicht in gerader Linie mit der Sonne steht, sieht man außer der eben beschriebenen Erscheinung bey dem Vorübergange des Trabanten vor dem Jupiter, auch den Schatten, den er nach seiner von der Sonne abgewandten Seite auf die Scheibe des Planeten wirft, und der in der Opposition vom Trabanten selbst bedeckt war, wie einen ganz schwarzen runden Flecken, vor oder hinter dem Trabanten hergehen, nachdem es vor oder nach der Opposition ist. Dieser Schatten ist weit größer und schwärzer, als der oben erwähnte Flecken im Trabanten selbst, ist auf dem ganzen Wege, den er durch die Jupiters-Scheibe beschreibt, deutlich sichtbar, und tritt nach und nach aus dem Rande aus, indem er einen schwarzen Einschnitt macht, der im-

mer kleiner wird, und endlich verschwindet. Diese ganze Erscheinung ist einer Sonnen-Finsterniß vollkommen ähnlich, und ist auch wirklich nichts anders auf dem Jupiter, weil der Trabant zwischen ihm und der Sonne durchgeht.

Indem er sich nun dem Planeten wieder nach der entgegengesetzten Richtung nähert, zeigt sich weder der Trabant noch sein Schatten auf dem Jupiter, weil er hinter ihm durchgeht. Allein so wie der Trabant, so wirft auch der Planet, nach eben der der Sonne entgegengesetzten Richtung, einen Schatten, durch den man, wenn Jupiter so weit seitwärts oder von seiner Opposition entfernt ist, daß dieser Schatten von der Erde aus nicht ganz hinter dem Planeten, sondern nach der Seite hin fällt, den Trabanten durchgehen, und also verfinstert werden sieht. Dies geschieht zwar bey jedem Umlaufe des Trabanten; in der Opposition aber, wo der Schatten Jupiters gerade hinter ihn fällt (nicht allein in Rücksicht der Sonne, wo es immer der Fall ist, sondern auch in Rücksicht der Erde, die alsdann in eben der Richtung wie die Sonne steht), hat diese Verfinsterung des Trabanten Statt, wenn er hinter dem Jupiter herumgeht, und also von ihm bedeckt wird. Außer der Opposition aber, und besonders wenn Jupiter neunzig Grad von der Sonne entfernt ist, folglich um sechs Uhr Morgens oder Abends durch den Meridian geht,

sehen wir den Schatten in so schiefer Richtung nach der rechten oder linken Seite fallen, daß die Trabanten noch in beträchtlicher Entfernung vom Jupiter plötzlich verschwinden, indem sie in seinen Schatten treten. Auf dem Jupiter sieht man alsdann eine Mond-Finsterniß, und die Bewohner des beschatteten Trabanten haben eine Sonnen-Finsterniß.

Diese Erscheinungen finden bey allen vier Trabanten mit geringem Unterschiede Statt; und den Beobachtungen der Finsternisse der Trabanten verdanken wir besonders die genaue Kenntniß der Bahnen, die sie um den Jupiter beschreiben. Vor der Opposition, wenn Jupiter des Morgens durch den Meridian geht, fällt der Schatten, den er hinter sich wirft, an seine rechte oder westliche Seite, wo der Trabant in ihn eintritt; nach der Opposition aber, wenn Jupiter des Abends durch den Meridian geht, fällt der Schatten an die linke oder östliche Seite des Planeten, wo der Trabant austritt. Etwa vierzehn Wochen vor oder nach der Opposition, wenn Jupiter am weitesten seitwärts von der Sonne steht, und um sechs Uhr Morgens oder Abends durch den Meridian geht, entfernt sich auch der Schatten am meisten seitwärts vom Jupiter, und die Finsternisse der Trabanten erfolgen in der größten Entfernung vom Planeten: die beyden äußersten Trabanten gehen sogar in einer Entfernung vom Planeten, wo der Schatten-

Kegel schon so zugespitzt ist, daß seine beyden Seiten an derselben Seite des Planeten liegen, so daß man beydes, ihren Eintritt und ihren Austritt aus dem Schatten, den Anfang und das Ende ihrer Finsternisse, auf der Erde sieht. Die beyden andern Trabanten sind dem Jupiter so nahe, daß wir vor der Opposition bloß ihre Eintritte, nach der Opposition bloß ihre Austritte sehen können, weil dort der Austritt und hier der Eintritt vom Jupiter bedeckt wird; doch sieht man bey dem zweyten Trabanten auch zuweilen beydes, wiewohl äußerst selten. Aus diesen Beobachtungen, die sich fast täglich anstellen lassen, hat man folgende Resultate gefunden.

Die Bahnen aller vier Trabanten liegen fast genau in einer Ebne, und zwar im Aequator Jupiters: daher sie uns immer, wie sie auch auf beyden Seiten Jupiters vertheilt seyn mögen, mit seinem Mittelpunkte fast in gerader Linie erscheinen. — Ihre Entfernung vom Jupiter, oder der Halbmesser ihrer Bahnen beträgt, beym I. 54982 Meilen, beym II. 87479, beym III. 139536, beym IV. 245418: sie entfernen sich also nie weiter von ihrem Planeten, als um 6, um 9, um 15 und um 26 seiner Halbmesser. Die Entfernung des I. ist fast genau der Entfernung des Mondes von der Erde gleich, die Entfernung des II. ist fast zweymal, die des III. fast dreymal und die des IV. fast fünfmal so groß. — Sie machen ihren Um-

lauf um den Jupiter, der I. in 1 Tag 18 Stunden 28 Minuten, der II. in 3 Tagen 13 Stunden 14 Minuten, der III. in 7 Tagen 3 Stunden 43 Minuten, der IV. in 16 Tagen 16 Stunden 32 Minuten: der I. macht also in der Zeit eines unserer Monate fast siebzehn Umläufe. Der IV. ist so weit vom Jupiter entfernt, daß er zuweilen über oder unter dem Schatten durchgeht, ohne verfinstert zu werden, zuweilen aber beynahe fünf Stunden im Schatten verweilt. Die übrigen werden bey jedem Umlaufe verfinstert, und diese Finsternisse dauern bey dem I. 2 Stunden 7 bis 15 Minuten, beym II. 2 Stunden 9 bis 51 Minuten, beym III. 2 Stunden 24 Minuten bis 3 Stunden 34 Minuten.

Die Durchmesser aller vier Trabanten erscheinen uns auf der Erde nur unter einem Winkel von weniger als zwey Sekunden, oder ungefähr achtmal kleiner als Merkur, und viermal kleiner als Uranus; auf dem Jupiter aber erscheinen sie, der I. genau so groß wie uns der Mond, der II. und III. ungefähr halb so groß, der IV. viermal und die ganze Scheibe sechszehnmal kleiner als der Mond. Alle Trabanten erscheinen also den Bewohnern Jupiters größer als die Sonne, der I. sogar fünf bis sechsmal so groß im Durchmesser, und beynahe dreyßigmal so groß in der ganzen Oberfläche. Nach ihrer wahren Größe sind sie unserm Monde fast gleich; nur der III., der größte unter allen, ist fast

doppelt so groß im Durchmesser, und fünfmal so groß im Kubik-Inhalt; der kleinste unter allen, der II., ist etwas kleiner als der Mond. Dieser II. Trabant ist an körperlicher Größe 74512 mal, der III. ist 13686 mal kleiner als Jupiter, und alle vier zusammen würden eine Kugel bilden, die kaum den 7400ten Theil von Jupiters Kugel ausmachte. — Der IV. zeichnet sich von den übrigen nicht weniger durch sein matteres aber weißeres Licht, als durch seine Bahn aus.

Die schnelle Bewegung der Trabanten, und die Leichtigkeit dieselbe vermittelst ihrer Finsternisse zu beobachten, hat es den Astronomen möglich gemacht, nicht allein ihre elliptischen Bahnen, sondern auch die Störungen, die sie durch ihre gegenseitige Attraktion in diesen Bahnen anrichten, mit großer Genauigkeit zu bestimmen. Da nun die Attraktion, so wie die Störungen, welche sie anrichtet, von der Masse abhängt, so war es leicht, diese aus den Beobachtungen jener herzuleiten. Es ergiebt sich daraus, daß auch die Massen der Jupiters-Trabanten nicht sehr von der unsers Mondes verschieden sind. Der III., als der größte, hat fast zweymal so viel Masse als der Mond, dem der IV. an Masse gleich ist; der II. hat nur halb so viel und der I. nur den dritten Theil seiner Masse: alle vier Trabanten zusammen machen also nur den zwanzigsten Theil der Erd-Masse, und den 5823sten Theil der Jupiters-Masse aus, so daß Jupiter in Verhältnisse

zu seinen Trabanten siebenmal mehr Masse hat, als die Sonne im Verhältnisse zu den bisher bekannten Planeten; oder, wenn man sich so ausdrücken darf, die Konstitution in dem kleinen System Jupiters ist weit monarchischer, als die Verfassung des großen Sonnen-Systems.

Wenn man sich auf die Messung der Durchmesser der Trabanten, die ihre großen Schwierigkeiten hat, völlig verlassen könnte, so würde daraus folgen, daß ihre Dichtigkeit der des Jupiters ziemlich gleich, ungefähr halb so groß als die des Mondes, und ein Drittheil von der der Erde ist; daß die Schwere auf diesen Trabanten acht bis zwanzigmal geringer als auf der Erde ist, indem dort die Körper in einer Sekunde nur einen bis zwey Fuß herabfallen; und daß unter allen uns bekannten Welt-Körpern die Kraft der Schwere auf dem I. Trabanten am geringsten ist, wo die Körper nur neun Zoll in einer Sekunde fallen.

Die Bewegungen der Trabanten um ihren Haupt-Planeten sowohl als um ihre Axe, haben sehr merkwürdige Eigenheiten, und stellen ein Phänomen dar, welches vielleicht das einzige seiner Art im Welt-System ist. Wenn man die Bewegung des III. Trabanten um den Jupiter in einer gewissen Zeit verdoppelt, und dazu den Bogen addirt, den der I. Trabant in eben dieser Zeit beschreibt, so erhält man genau die dreyfache Bewegung des II. in dieser Zeit. Ein ähn-

liches Verhältniß findet auch in den Stellungen dieser drey Trabanten Statt, die sie zu jeder Zeit einnehmen, also auch in den Punkten, aus denen man sich vorstellen muß, daß sie ursprünglich ausgelaufen sind. Alles dieses scheint daher nichts weniger als willkührlich, sondern es werden dabey in dem ganzen Laufe der Ewigkeit dieselben Verhältnisse beobachtet, aus welchen folgende merkwürdige Resultate fließen. Es ist unmöglich, daß diese drey Trabanten jemals zugleich verfinstert werden, oder daß sie zugleich auf dem Jupiter eine Sonnen-Finsterniß verursachen; wohl aber können zwey dieser Trabanten zugleich in dieser Lage seyn, und dann ist jedesmal auch die Lage des dritten bestimmt. Wenn der II. und der III. in einer solchen Lage sind, so daß sie beyde, vom Jupiter aus gesehen, vor der Sonne, oder ihr gegenüber stehn, so befindet sich der I. in derselben geraden Linie, aber auf der entgegengesetzten Seite: das heißt, wenn der II und III. verfinstert sind, so verursacht der I. dem Jupiter eine Sonnen-Finsterniß; und wenn jene die Sonne bedecken, so steht dieser im Schatten Jupiters. Wenn der I. und der II. zugleich verfinstert werden oder die Sonne verfinstern, so steht der III. im ersten oder dritten Viertel, wird also erst den zweyten oder fünften Tag nachher verfinstert. Findet endlich bey dem I. und III. zugleich eine Sonnen- oder Mond-Finsterniß Statt, so erfolgt dieselbe Finsterniß vierzehn Stunden nachher bey dem II. —

Der IV. Trabant nimmt an dieser sonderbaren Verbindung nicht im geringsten Theil, und man erstaunt über das enge Band, welches die drey untern Trabanten Jupiters zu einem so genau zusammenhängenden, und von der ganzen übrigen Welt völlig isolirten System macht, daß sie gleichsam die drey Zeiger derselben Uhr vorstellen. Wer begreifen kann, was dazu erfordert ward, um dieses so genau gehende und nie stockende Uhr-Werk zu Stande zu bringen, der wird es schwerlich für ein Werk des Zufalls halten. Die Sternkunde giebt dem Manne von Geist den angenehmen und erhabenen Genuß, daß sie oft, ohne daß man daran denkt, und da, wo man es am wenigsten erwartet, auf Resultate führt, bey denen es unmöglich ist, den Finger einer höheren Macht und Weisheit zu verkennen; und keinen solcher Gegenstände zu übersehen, keine solcher Veranlassungen zu vernachlässigen, das, und nicht Jahre lange Rechnungen, ist der höchste Zweck dieser Wissenschaft.

Etwas nicht weniger Merkwürdiges zeigt uns die Rotation der Trabanten. Die Leser werden sich erinnern, daß die Umdrehung nicht allein des Mondes und der Sonne, sondern auch der Planeten, durch die Bewegung der auf ihnen befindlichen Flecken gefunden ist: sie werden es aber kaum für möglich halten, daß man auf den Trabanten, die selbst nur wie Punkte erscheinen, auch durch die stärksten Vergrößerungen Fle-

cken unterscheiden könne. In der That sind die Trabanten des Jupiters, und noch mehr die des Saturns zu klein, als daß wir ihre helleren und dunkleren Stellen, oder überhaupt einzelne Theile ihrer Oberfläche unterscheiden könnten; allein dennoch zeigt sich das Daseyn, die Aenderung und Bewegung ihrer Flecken, zwar nicht unmittelbar, aber durch ihre Wirkungen. Es ist gewiß, daß wir die Planeten und Monde nur in so fern sehen, als sie die Sonnen-Strahlen in unser Auge zurückwerfen, und daß es eine Menge Planeten oder Trabanten am Himmel geben kann, die uns ewig unbekannt bleiben werden, weil ihre Oberfläche von der Art ist, daß sie das Licht mehr verschlucken als zurückwerfen. Wenn also die Jupiters-Trabanten eine Oberfläche hätten, von der einige Theile das Licht zurück würfen, andere nicht, das heißt, wenn sie mit dunkeln Flecken bedeckt wären; so würden sie zu der Zeit, da sie uns den dunkeln Theil ihre Oberfläche zukehren, wo nicht ganz verschwinden, doch schwächer scheinen, als wenn sie uns ihre helle Seite zuwenden, oder wenn sie von Flecken frey sind: sie werden eine periodische Ab- und Zunahme des Lichts leiden, und dieser Licht-Wechsel wird uns die Periode zeigen, in welcher der Trabant uns entweder seine verschiedenen Seiten (die helle und die dunkele) zukehrt, oder in der die Flecken entstehen und wieder vergehen. Welches von beyden der Fall sey, das wird man leicht auf folgende Art

entscheiden. Findet sich eine beständige Periode des Licht-Wechsels, so ist nicht die geringste Wahrscheinlichkeit, daß derselbe aus physischen Revolutionen auf dem Trabanten oder in seiner Atmosphäre entstehe; sondern er läßt sich weit natürlicher durch die Umdrehung des Trabanten um eine Axe erklären, die also durch diese Periode bestimmt wird. Nur unregelmäßige, an keine Ordnung oder Periode gebundene Aenderungen des Lichts, könnten aus der Bewegung der Wolken oder andern zufälligen Meteoren entstehen: denn an so ungeheure und beständig fortdauernde Revolutionen auf dem Trabanten selbst, wie hiezu erfodert würden, wird wohl Niemand im Ernste denken. Da nun das Erste wirklich der Fall bey allen vier Trabanten ist, so können wir nicht an ihrer Rotation zweifeln; und es kömmt nur darauf an, ihre Perioden durch Beobachtungen zu bestimmen.

Bey dem IV. Trabanten hatte man schon vor mehr als hundert Jahren bemerkt, daß er in den siebzehn Tagen, in denen er einen Umlauf um den Jupiter macht, mehrentheils sein Licht sehr regelmäßig ändert, ohne daß seine größere oder geringere Entfernung vom Jupiter, dessen Licht das seinige, wie man glauben möchte, schwächen müßte, den geringsten Einfluß darauf hat. Gleich nach seinem Durchgange hinter dem Jupiter hat er sein schönstes Licht; in größerer Entfernung vom Planeten, wo sein Licht vom Glanze Jupiters ungeschwächt, stär-

ker leuchten sollte, wird es im Gegentheil dunkler; bald nach dem Vorübergange vor dem Jupiter ist es am schwächsten, und nimmt nun auf eben die Art wieder zu. Es ist wahr, daß dieser Licht=Wechsel nicht bey jedem Umlaufe, wenigstens nicht immer gleich deutlich bemerkt wird, wovon wir sogleich den Grund sehen werden; aber jedes Mal wenn er Statt hat, geschieht es genau auf dieselbe Art; das stärkste Licht tritt ein, wenn der Trabant sich an der linken, das schwächste, wenn er sich an der rechten Seite vom Jupiter entfernt; oder, um die Sache einfacher zu machen, er glänzt am stärksten, wenn er von der Erde aus jenseits des Jupiters steht, und ist am dunkelsten, wenn er diesseits steht. Es folgt hieraus offenbar, daß er uns dort seine hellere, hier seine dunklere Hälfte zukehrt; und da er uns in jener Stellung dieselbe Seite zukehrt wie dem Jupiter, in dieser aber die entgegengesetzte, so folgt daraus ferner, daß die helle Seite beständig nach dem Jupiter hingekehrt ist, daß also der Trabant dem Planeten beständig dieselbe Seite zukehrt, und sich daher in eben der Zeit, da er einen Umlauf um den Jupiter macht, auch einmal um eine Axe dreht, wie beym Monde ausführlich erklärt ist. Eben diese Periode folgt auch aus den oben erwähnten Flecken, die man oft anstatt des Trabanten über die Jupiters=Scheibe gehen sieht, weil er uns dann seine dunkle oder mit Flecken bedeckte Seite zukehrt.

Derselbe periodische Licht-Wechsel ist seit kurzem auch an den übrigen drey Trabanten bemerkt worden. Der II., der sich sonst gleich dem I. durch seinen Glanz auszeichnet, und ein merklich weißeres Licht als Jupiter selbst hat, verschwindet sogar bey seinem Vorübergange vor dem Jupiter oft gänzlich, und wird nach seinem Austritt nur mit vieler Mühe erkannt. Es scheint also wohl keinem Zweifel unterworfen, daß alle vier Jupiters-Trabanten, gleich unserm Monde, ihrem Haupt-Planeten beständig dieselbe Seite zukehren; allein diese Beobachtungen geben uns noch einen andern Aufschluß über die Natur dieser Welt-Körper.

Da der periodische Licht-Wechsel nicht bey jedem Umlaufe der Trabanten Statt findet, so leiden offenbar die Flecken selbst, womit sie bedeckt sind, merkliche Aenderungen, und wir lernen daraus zweyerley. Revolutionen, die den ganzen Trabanten in einen dunkeln Körper verwandeln, können nicht auf dem Welt-Körper selbst vorgehen, ohne eine gänzliche Zerstörung oder Umbildung zu verursachen, die dort täglich vorfallen und sich wieder ersetzen müßte: sie müssen also in seinem Dunst-Kreise vorgehen, woraus dann folgt, daß die Jupiters-Trabanten mit einer Atmosphäre umgeben sind, die aus dichterer Masse besteht und bedeutenderen Veränderungen unterworfen ist, als die von unserer Erde und von allen uns bekannten Planeten, den Jupiter selbst nicht ausge-

nommen. Hiedurch unterscheiden sich diese Welt-Körper sehr von unserm Monde, der, wie wir gesehen haben, nur eine äußerst feine Atmosphäre hat. Der genaue Zusammenhang, der zwischen dem Wasser und der Luft Statt findet, der beständige Tausch-Handel zwischen beyden, der durch die Verdünstung des Wassers und den Niederschlag der in der Luft aufgelösten Dünste geführt wird, macht es uns, die wir die ganze Welt nach dem beurtheilen, was wir auf unserm Planeten bemerken, wahrscheinlich, daß, wo eine dicke von Dünsten geschwängerte Atmosphäre ist, auch viel Wasser seyn müsse, aus dem solche Dünste aufsteigen. Wir sind daher berechtigt zu schließen, daß die Jupiters-Trabanten nicht, wie unser Mond, aus lauter harten Körpern bestehen, sondern mit großen Flüssen und Meeren bedeckt sind, wenn gleich das in diesen Meeren fließende Wasser von der aus Oxygen und Hydrogen zusammengesetzten Flüssigkeit auf unserer Erde sehr verschieden seyn mag. Da nun die großen Revolutionen in der Atmösphäre der Trabanten, die wir an den Flecken bemerken, immer nur auf der vom Jupiter abgewandten Seite vorgehen, so folgt hieraus endlich, daß die dem Jupiter zugekehrte Seite der Trabanten von trocknerer und festerer Beschaffenheit, die entgegengesetzte Seite aber mit flüssigen und lockeren oder solchen Körpern bedeckt ist, die einer weit stärkeren Ausdünstung unterworfen sind. Dieser Umstand ist wichtiger,

als er beym ersten Anblicke scheint: und wir werden nochmals auf ihn zurückkommen, wenn von den Saturns-Trabanten die Rede seyn wird.

Aus diesen einzelnen Zügen läßt sich ein allgemeines Gemälde des Jupiters und der von ihm beherrschten kleinen Welt zusammensetzen, das freylich sehr unvollständig ist, aber doch zu einigen merkwürdigen Betrachtungen Anlaß giebt. Dieser größte aller Planeten schwimmt, sowohl als seine Trabanten, in einer sehr dicken Atmosphäre, in welcher Revolutionen vorgehen, von denen unsere Stürme, Gewitter- und Platzregen nur ein sehr schwaches Bild geben; so daß oft in wenigen Stunden ganze Zonen dieses ungeheuren Planeten, besonders in den Polar-Gegenden, grau gefärbt und wieder völlig heiter werden. Es ist daher wahrscheinlich, daß Jupiter, und die von ihm abgewandte Seite seiner Trabanten, mit großen Strömen und Meeren bedeckt ist, wenn wir gleich die Flüssigkeit nicht kennen, die in ihren Betten enthalten ist.

Die tägliche Abwechselung von Licht und Finsterniß geht auf dem Jupiter weit schneller vor sich, ist aber nicht so merklich, als bey uns: seine Tage sind weniger hell, und seine Nächte kürzer und weniger dunkel, als die unsrigen. Auf den Trabanten hingegen dauern die Tage, die, wie bey unserm Monde, mit ihrem Umlauf um den Haupt-Planeten einerley sind, län-

ger als auf der Erde, auf dem IV. sogar fast siebzehnmal so lange.

Die Klimate auf dem Jupiter sind nicht so vermischt wie auf unserer Erde, sondern durch scharfe Gränzen von einander abgeschnitten, und werden durch den Wechsel der Jahres-Zeiten nur wenig gemildert. Alles ist auf diesem Planeten nach einem größern Maaßstabe gebildet, Entfernungen, Atmosphäre, Länge des Jahres, selbst die Kraft der Schwere; nur die Tages-Zeiten sind nicht einmal halb so lang wie bey uns.

Die Schwere wirkt auf dem Jupiter drittehalbmal stärker, und die Körper fallen in einer Sekunde drittehalbmal tiefer, als auf der Erde: unser Sekunden-Pendel von drey Fuß würde dort beynahe zwey Schwingungen in einer Sekunde machen, und ein Pendel, der Sekunden schlagen soll, müßte dort eine Länge von acht Fuß haben.

Unsere schönsten mondhellen Nächte sind nicht mit dem Anblicke zu vergleichen, den die Trabanten den Bewohnern des Jupiters gewähren; und die wichtigsten Beobachtungen unserer Astronomen, die seltenen Sonnen- und Mond-Finsternisse, sind dort tägliche Erscheinungen. Jupiters Nächte werden von vier Monden erleuchtet, von denen freylich nur der I. so groß wie unser Mond erscheint; und fast kein Tag vergeht dort ohne eine Sonnen-Finsterniß, oder die Verfinsterung

sterung eines dieser Monde. Da alle vier Trabanten die Sonne an scheinbarer Größe weit übertreffen, und ihre Bahnen mit der Bahn Jupiters um die Sonne fast zusammen fallen, so sind diese Sonnen-Finsternisse fast alle total, und wegen der schnellen Rotation Jupiters beynahe auf dem ganzen Planeten sichtbar. Auch totale Mond-Finsternisse leiden die Trabanten bey jedem Umlauf, und nur der IV. macht zuweilen eine Ausnahme davon. Außer diesen häufigen Finsternissen haben die Bewohner des Jupiters noch ein Schauspiel, das uns ganz fehlt, nämlich häufige Bedeckungen eines Trabanten durch den andern. Dieses, so wie die mancherley Stellungen und Gruppen, welche die vier Trabanten bilden, und die sich sehr schnell ändern, müssen nicht allein den schönsten Anblick gewähren, sondern zu den wichtigsten Beobachtungen Gelegenheit geben.

Die Bewegung der Trabanten ist so schnell, und ihre Entfernung so geringe, daß die Astronomen auf dem Jupiter weit weniger Schwierigkeit haben, die vornehmsten Elemente der Sternkunde mit Genauigkeit zu bestimmen. Selbst der äußerste Trabant bewegt sich fast zweymal so geschwind als unser Mond, und der I. beynahe sechzehnmal geschwinder: er durchläuft in 24 Stunden einen Bogen von 203 Grad, und in einer Sekunde den siebenten Theil einer Minute, welches mehr als die Hälfte von der täglichen

Bewegung unserer Sphäre beträgt: dagegen dreht sich die Himmels-Sphäre auf dem Jupiter mehr als zweymal so schnell als auf der Erde. Der I. Trabant ist dem Jupiter im Verhältnisse der Größe dieses Planeten zehnmal, und selbst der IV. über zweymal näher, als uns der Mond: um die Entfernung des I. zu messen, haben die Bewohner des Jupiters an dem Durchmesser ihres Planeten eine Basis, die sogar den dritten Theil der zu messenden Größe ausmacht. Das schwere Problem, die Entfernung dieser Welt-Körper und die geographische Länge der Oerter zu bestimmen, kann also dort mit großer Leichtigkeit und Genauigkeit aufgelöst werden; und die schnellere Rotation Jupiters, so wie die schnellere Schwingung des Pendels, giebt den Astronomen dort ein Mittel, die Zeit mit größerer Schärfe zu messen.

Auch die bey uns so seltenen Erscheinungen der Kometen sind dort weit häufiger, weil viele von denen, die der Sonne nie nahe genug kommen, um auf der Erde sichtbar zu werden, die Bahn Jupiters durchkreutzen, und sich länger in seiner Nachbarschaft aufhalten, indem ihre Bewegung in dieser Entfernung von der Sonne weit langsamer ist. Alle diese Umstände zusammen genommen scheint es in der That, daß unter allen Planeten unsers Sonnen-Systems keiner für astronomische Beobachtungen so geschickt ist, wie der größte von allen, der Jupiter.

So wie die Erde dem Monde weit größere Dienste leistet, als sie ihm verdankt, so verhält es sich auch, und zwar in weit höherem Grade, mit dem Jupiter und seinen Monden. Die Schönheit unsers gestirnten Himmels ist nicht zu vergleichen mit dem Anblick, den die Trabanten Jupiters und Saturns genießen. Selbst auf dem äußersten seiner Trabanten erscheint Jupiter im Durchmesser achtmal, und an Oberfläche fast siebzigmal größer, als auf der Erde die Sonne oder der Mond; auf dem I. erscheint er sogar unter einem Durchmesser von beynahe 20 Grad, also 37 mal größer, und die ganze Scheibe 1376 mal größer, als bey uns die Sonnen-Scheibe oder der Vollmond. Wir können uns kaum eine Vorstellung von dem prächtigen Schauspiele machen, welches eine so ungeheure erleuchtete Scheibe geben muß, wozu noch die drey Monde kommen, die sich den Bewohnern eines jeden Trabanten zeigen. Auf dem I. Trabanten erscheint Jupiter so groß, daß er bey seinem Auf- und Untergange den achtzehnten Theil des ganzen Horizonts einnimmt, sich über ihm um den fünften bis vierten Theil der Entfernung vom Zenit erhebt, uud das ganze schöne Gestirn Orions, oder die sieben Sterne des Wagens im großen Bären, bedecken kann. Was für armselige Beobachtungen sind hingegen die Bedeckungen einzelner kleiner Sterne von unserm Monde, dergleichen dort, bey der schnellen Bewegung und un-

geheuren Größe des Jupiters alle Augenblicke vorfallen!

Ueberhaupt sieht man leicht, daß die Bewohner der Jupiters=Trabanten, besonders des I., in einem weit größern Maaßstabe, an ihrem Haupt=Planeten dasselbe Schauspiel genießen, was unsere Erde, wie meine Leser sich erinnern werden, den Seleniten gewährt. Der große Zentral=Körper steht immer unbeweglich an derselben Stelle des Himmels, indem Sonne und Sterne sich um ihn herumwälzen; aber eine Reise von einigen hundert Meilen, die ein Bewohner des Trabanten macht, rückt den Jupiter aus dem Zenit in den Horizont, wo er so lange unbeweglich bleibt, als der Beobachter seine Stelle nicht ändert. Man kann sich leicht die Empfindung vorstellen, womit die Bewohner der hintern Seite eines Trabanten, nach einer Reise von vielleicht wenigen Meilen, zum ersten Mal den strahlenden Körper erblicken, der die Sonnen=Scheibe, den größten Welt=Körper den sie bisher kannten, 37000mal an Größe übertrifft, und ein Licht verbreitet, mit dem das Licht unsers Vollmondes nicht zu vergleichen ist: ohne Bedenken werden sie in ihm, und nicht in der Sonne, den Zentral=Körper ihrer Bewegung erkennen. So wie aber auf unserer Erde mancher die Alpen erklettert hat, oder nach Egypten gereist ist, um den gestirnten Himmel in seiner ganzen Schönheit zu sehen,

so wird man auch auf den Jupiters-Trabanten die vordere Hälfte, wo das Licht der Sterne vor der blendenden Fackel des Planeten erlischt, verlassen, um in der entgegengesetzten Hälfte das Auge mit dem milderem, aber schönerem Lichte der unzähligen Sterne zu laben, und diesen Hyperboräern die unglaublichen Wunder zu erzählen, von denen ihnen die drey Monde die sie von Zeit zu Zeit sehen, nur eine sehr unvollkommene Idee geben können.

Saturn.

Jenseits der Bahn des Jupiter=Kronion, in fast doppelter Entfernung von der Sonne, durch eine ungeheure Kluft von allen übrigen Planeten getrennt, durchläuft still und langsam, wie die ewige Zeit, Kronos oder Saturn seine dreyßigjährige Bahn. Der äußerste unter den bekannten Planeten, der mit dem Ringe seiner Bahn das Sonnen=System zu begränzen schien, und alle Planeten, die Gottheiten des Olymps, selbst den Wolken=Versammler Zevs, einschloß und bewachte, konnte keinen schicklicheren Namen erhalten, als den des Vaters des Jupiters, der vom mächtigeren Sohne des Thrones beraubt, und von der Versammlung der übrigen Götter entfernt ward. Sein alter egyptischer Name ist der Erscheinende, vielleicht weil er, als der langsamste Planet, ehe als alle übrigen, nach seiner Konjunktion mit der Sonne, aus ihren Strahlen wieder sichtbar wird. In dem Zeichen, welches er von den ältesten bis auf unsere Zeiten behalten hat (♄), kann man die Sichel nicht verkennen, das Attribut der alles abmähenden Zeit sowie des Saturns. Dieser Planet ist, nach dem Merkur, un=

ter allen der unansehnlichste, und hat eine blasse, dem Bley ähnliche, etwas ins röthliche spielende Farbe; in der Mineralogie bedeutet er das Bley.

Saturn macht in 10759 Tagen, oder in 29 Jahren und 167 Tagen, in einer neun bis zehnmal grösseren Entfernung als die Erde, einen Umlauf um die Sonne; sein synodischer Umlauf dauert ein Jahr und dreyzehn Tage, in welcher Zeit er auf der Erde in allen möglichen Stellungen gegen die Sonne erscheint: in 29 bis 30 Jahren macht er also einen wahren Umlauf um die Sonne, und kömmt mit ihr 28 mal in Konjunktion und Opposition.

Wenn Saturn, nachdem er hinter der Sonne herum gegangen ist, und zuerst kurz vor Sonnen-Aufgang erscheint, etwa siebzehn Wochen sichtbar gewesen ist, so hört seine rechtgängige Bewegung unter den Sternen auf, und er scheint in einer Entfernung von 109 Grad von der Sonne, wenn er Morgens um fünf Uhr durch den Meridian geht, still zu stehn. Nun geht er zwanzig Wochen durch einen Bogen von sieben Grad rückwärts, und in die Mitte dieser Zeit fällt seine Opposition, wenn er der Erde am nächsten ist, am schönsten glänzt, und um Mitternacht durch den Meridian geht. Dann steht er zum zweyten Male still, wenn er Abends zwischen sieben und acht Uhr durch den Meridian geht, und erhält nun wieder eine rechtgängige Bewegung, die immer zunimmt, bis er eine kurze Zeit neben der Sonne

verschwindet, und die noch nachher in allem 34 Wochen fortdauert.

Seine Bahn ist etwas länglicher als die Jupiters-Bahn, so daß er um sechs bis sieben Grad bald voreilt bald zurück bleibt. Die Ebne seiner Bahn schneidet die Erd-Bahn oder Ekliptik unter einem Winkel von drittehalb Grad, der durch die Wirkung der übrigen Planeten, besonders des Jupiters, in einem Jahrhundert um fünfzehn bis sechszehn Sekunden abnimmt. Durch eben diese Wirkung wird die Ebne seiner Bahn jährlich um 23 Sekunden rückwärts oder nach der rechten Seite gedreht, und die Bahn selbst schiebt sich in dieser Ebne jährlich um neunzehn Sekunden vorwärts oder links.

Der Halbmesser der Saturns-Bahn beträgt 192 Millionen Meilen; wegen ihrer Ekzentrizität aber ändert sich die Entfernung Saturns von der Sonne von 181 bis 203 Millionen Meilen, also um mehr als den ganzen Halbmesser der Erd-Bahn. Seine Entfernung von der Erde ändert sich, nach den verschiedenen Lagen beyder Welt-Köper, von 161 bis 223 Millionen Meilen. Da sich seine scheinbare Größe nothwendig in eben dem Verhältniß ändert, so erscheint uns sein Durchmesser unter einem Winkel von 15 bis 22 Sekunden, also wenn er uns am nächsten ist, zweymal so groß als Merkur, und etwas kleiner als Mars.

Dieser Planet ist eine Kugel von 16769 Meilen im

Durchmesser, die folglich drittehalb Billionen Kubik=Meilen enthält, und eine Oberfläche von mehr als 883 Millionen Quadrat=Meilen hat: Saturn ist also im Durchmesser zehnmal größer als die Erde, hat eine fast hundertmal größere Oberfläche oder Raum für Bewohner, und beynahe tausendmal mehr körperlichen Inhalt; er ist nur wenig kleiner als Jupiter, indem sich beyde Kugeln fast wie zwey zu drey verhalten.

Auf der Sonne erscheint Saturn genau so groß wie unsere Erde; ihm aber erscheint die Sonne im Durchmesser zehnmal kleiner als auf der Erde, und die ganze Scheibe neunzigmal kleiner: sie giebt ihm also auch eine neunzigmal schwächere Erleuchtung, vorausgesetzt nämlich, daß die Oberfläche dieses Planeten für das Licht eben so empfänglich ist, wie die Erde; allein der starke Glanz Jupiters, der fast dem der Venus gleichkömmt, obgleich er von der Sonne fünfzigmal weniger Licht erhält, scheint zu beweisen, daß die Natur auch hier ihre mütterliche Sorgfalt angewandt, und den entfernteren Planeten eine solche Atmosphäre und Oberfläche gegeben hat, daß sie das Licht stärker reflektiren, und von einer schwächeren Fackel stärker erleuchtet werden.

Saturns Masse ist durch die Bewegung seiner Trabanten genau bekannt: sie macht den 3534sten Theil von der Sonnen=Masse, etwas weniger als den dritten Theil der Jupiters=Masse, aus, und ist beynahe hun=

dertmal größer als die Erd-Masse. Der Stoff, aus dem dieser Planet gewebt ist, ist nicht halb so dicht als die Sonnen-Masse, und zehnmal lockerer als die Erde im Durchschnitt, oder als der Magnet, also halb so schwer als Wasser, und nicht zweymal schwerer als Kork-Holz. Die Kraft der Schwere wirkt auf ihm genau so stark wie auf der Erde: die Körper fallen nämlich in der ersten Sekunde fünfzehn Fuß, und der Pendel, der Sekunden schlagen soll, muß, wie bey unsern gewöhnlichen Wand-Uhren, drey Fuß lang seyn.

Saturn dreht sich, wie man aus seinen Flecken sieht, in zehn Stunden und sechzehn Minuten einmal um eine Axe, die mit der Ebne seiner Bahn einen Winkel von sechzig Grad macht, so daß seine Schiefe der Ekliptik dreyßig Grad beträgt. Seine Tage sind also fast von derselben Länge wie die des Jupiters; allein sein Jahr ist so lang wie drittehalb Jahre des Jupiters, und der Unterschied der Jahres-Zeiten ist auf diesem Planeten weit stärker als selbst auf der Erde. Die schnelle Umdrehung Saturns, und die daraus entstehende Schwung-Kraft, hat ihn sowie den Jupiter, unter dem Aequator so sehr erhoben, daß seine an den Polen eingedrückte Figur in guten Fernröhren sehr merklich ist: sie beträgt den eilften Theil des Durchmessers.

Was uns die Beobachtungen über den physischen Zustand dieses Planeten zeigen, kömmt fast ganz mit

dem überein, was wir auf dem Jupiter gesehen haben. Auch Saturn ist mit fünf ausgezeichneten Streifen bedeckt, die dem Aequator parallel sind, und daher mit dem Klima zusammenhängen, welches bey der längeren Dauer der Jahres-Zeiten natürlich einen stärkeren Eindruck machen muß. Diese Streifen sind wahrscheinlich atmosphärischer Art, Lagen von Wolken, oder Streifzüge der Luft, die genau dem Klima folgen; wenigstens beweist die schnelle Aenderung, die mit ihnen vorgeht, daß Saturn, gleich dem Jupiter, eine dichte Atmosphäre hat, die großen Revolutionen unterworfen ist. Selbst die Gestalt Saturns leidet oft Aenderungen, und die Trabanten, wenn sie von ihm bedeckt werden, scheinen zuweilen eine Viertel-Stunde an seinem Rande gleichsam anzukleben: ein Umstand der sich nur durch eine starke Strahlenbrechung erklären läßt, also gleichfalls seine dichte Atmosphäre beweist. Ein Umstand, den man an Jupiter nicht bemerkt, ist folgender. Der Pol des Saturns, der von der Sonne abgewandt ist, und daher Winter hat, ist gewöhnlich von einer glänzenderen und weißeren Farbe, als der entgegengesetzte, wo Sommer ist: es ist natürlich, hiebey, wie bey dem Mars, wo wir eine ähnliche Erscheinung bemerkt haben, an Eis und Schnee zu denken; und es ist bereits erinnert worden, daß wegen der Lage des Aequators dieses Planeten und der längeren Dauer seiner Jahre, ein viel größerer Unterschied in

seinem Klima und seinen Jahres-Zeiten Statt finden muß.

Noch etwas sonderbares, was man an Saturn bemerkt hat, ist, daß er nicht allein an den Polen, wie es aus seiner schnellen Umdrehung sehr begreiflich ist, sondern auch unter dem Aequator eingedrückt ist, so daß er unter der Pol-Höhe von 45 Grad den größten Durchmesser hat, und seine Scheibe einem Viereck ähnlich ist, dessen vier Ecken abgerundet sind. Da eine wirkliche Abplattung unter dem Aequator sich nicht wohl denken läßt, so scheint es, als wenn ein Theil seines Aequators abgerissen wäre; und in der That liegt sein Ring genau in der Ebne des Aequators.

Wenn gleich Saturn dem Jupiter an Größe etwas nachgiebt, so nimmt er doch, durch seine Umgebungen, eine noch ausgezeichnetere Stelle in unserm Sonnen-System ein, da er als Zentral-Körper das größte untergeordnete System regiert, eine ganze Welt, die nicht bloß aus sieben Trabanten oder Neben-Planeten, sondern vielleicht aus einer ganzen Pflanz-Schule von Trabanten besteht. Unter diesen ward der größte, und der einzige der durch gewöhnliche Fernröhre sichtbar ist, nämlich der IV., schon vor 170 Jahren entdeckt; siebzehn Jahre später ward der V. und III., und zwölf Jahre nachher der I. und II. entdeckt, die, als die nächsten am Planeten, am schwersten zu sehen sind. Nun

verging ein Jahrhundert, ehe Herschel, durch die von ihm zu so großer Vollkommenheit gebrachten Spiegel-Teleskope, zwey neue Trabanten entdeckte, die dem Saturn noch näher sind als die fünf ältern, und daher eigentlich der I. und II sind; man nennt sie indessen, um Verwirrung zu vermeiden, den VI. und VII.

Da Saturn zweymal so weit von uns entfernt ist als Jupiter, so sind seine Trabanten, besonders wenn sie ihm nahe stehen, so schwer zu sehen, daß es nicht möglich ist, ihre Finsternisse zu beobachten; indessen hat man ihre Bahnen um den Saturn ziemlich genau bestimmt, und ihre Bewegung mit den allgemeinen Gesetzen der übrigen Welt-Körper völlig übereinstimmend gefunden. Der nächste macht seinen Umlauf um den Saturn in 22 Stunden 37 Minuten, die folgenden vier in 33 Stunden, in 45 Stunden, in 2 Tagen 18 Stunden, und in 4 Tagen 12 Stunden, der sechste in 15 Tagen 23 Stunden, und der äußerste in 79 Tagen 8 Stunden. — Ihre Entfernungen vom Saturn sind ungefähr 3, 4, 5, 6, 9, 20, 59 Halbmesser dieses Planeten, oder in Tausenden von Meilen, 26, 33, 41, 53, 73, 170, 496: die ersten drey sind ihrem Planeten also näher als uns der Mond, der vierte hat fast genau dieselbe Entfernung, und der siebente ist neun- bis zehnmal so weit entfernt. Man sieht, daß zwischen dem fünften und sechsten, noch mehr aber zwischen den beyden äußersten, eine große Lücke ist, gleichsam als

wenn hier etwas fehlte, oder als hätte die Natur gegen ihre Gewohnheit einen Sprung gemacht.

Die kleinste Bahn die wir in unserm Sonnen-System kennen, ist die des ersten Saturns-Trabanten; ihr Halbmesser ist nur um den dritten Theil größer als der Durchmesser Jupiters, und dieser Trabant ist der Oberfläche Saturns dreymal näher als uns der Mond. Da die Trabanten ungefähr von der Größe unsers Mondes zu seyn scheinen, so würde der erste den Bewohnern Saturns im Zenit neunmal so groß erscheinen als unser Vollmond; seine scheinbare Größe auf dem Saturn nimmt vom Zenit bis zum Horizont fast um den dritten Theil seines Durchmessers ab, und die Scheibe erscheint im Zenit zweymal so groß als im Horizont. Seine Bewegung ist dreyßigmal schneller als die unsers Mondes, und halb so schnell als die Umdrehung Saturns, so daß er in zwey Saturns-Tagen nur einmal auf, unter, und durch den Meridian geht, und in eilf Stunden alle Verwandlungen vom Neumonde bis zum Vollmonde erlitten hat. Die Verbindung seiner Bewegung mit der der übrigen sechs Monde muß dem Saturn die schönsten Gruppen, Bedeckungen, Finsternisse, u. s. w. zeigen.

Dieser Trabant ist vielleicht der kleinste Körper unsers Planeten-Systems, und scheint aus unserm Gesichts-Punkt ein sehr unbedeutender Gegenstand, da uns sein Daseyn nur erst seit wenigen Jahren bekannt ist.

Allein die Bewohner dieses kleinen Licht-Punkts haben vor allen andern in unserm Sonnen-System den Vorzug, daß sie den schönsten Anblick genießen, den man sich nur denken kann. Ihnen erscheint Saturn noch viel größer, als Jupiter seinem nächsten Trabanten, nämlich unter einem Winkel von 25 Grad; der Ring erscheint ihnen immer wie ein breiter heller Streifen von 55 Grad Länge. Eine glänzende Kugel, 47 mal im Durchmesser, und 2181 mal an Oberfläche größer als unsere Sonne, nimmt einen großen Theil ihres Himmels ein, und giebt ihren Nächten eine Erleuchtung, gegen welche das Licht unsers Vollmondes nur Dämmerung ist, und vor der selbst die sechs übrigen Monde kaum bemerkt werden, die ihnen täglich die mannigfaltigsten Lagen und Gestalten zeigen, und von denen der zweyte ihnen achtmal näher kömmt als uns der Mond. Diese geringe Entfernung ist auch etwas diesem Trabanten eigenthümliches, wovon wir in unserm Sonnen-System außerdem kein Beyspiel kennen. Die beyden innern Trabanten Saturns nähern sich einander bis auf siebentausend Meilen, und der erste ist vom Ringe nur fünf bis sechstausend Meilen entfernt, welches der zehnte Theil der Entfernung unsers Mondes ist. Welche Beobachtungen müßten sich in dieser Nähe, mit Fernröhren wie die unsrigen sind, anstellen lassen!

Das Merkwürdigste an den Trabanten ist ihre

Rotation, die man auf eben die Art bestimmt hat, wie es bey den Jupiters-Trabanten erklärt ist. Schon vor mehr als hundert Jahren hatte man bemerkt, daß der V. oder äußerste Trabant Saturns vorzüglich schön glänzt, wenn er links oder östlich am weitesten von ihm entfernt ist, daß aber auf der entgegengesetzten Seite sein Licht so schwach ist, daß man ihn nur mit großer Mühe erkennt. Es folgt hieraus offenbar, nicht allein daß dieser Trabant auf einer Seite dunkler, oder mehr mit Flecken bedeckt ist, als auf der andern, sondern auch daß er dem Saturn beständig dieselbe Seite zukehrt, so daß er, gleich unserm Monde, sich während eines Umlaufes, auch einmal um eine Axe dreht. An den übrigen vier ältern Trabanten hat man einen ähnlichen periodischen Licht-Wechsel bemerkt, woraus dasselbe Resultat folgt. Die zwey neuen Trabanten, und die später entdeckten des Uranus, sind so schwach an Licht, und können nur mit solcher Mühe beobachtet werden, daß es nicht möglich ist, ihre größere oder geringere Licht-Stärke zu bemerken, oder ihre helle Seite von der dunkeln zu unterscheiden. Wir haben also das merkwürdige Resultat gefunden, daß alle zehn früher bekannte Trabanten, die einzigen, an denen sich solche Beobachtungen anstellen lassen, sich genau in eben der Zeit einmal um eine Axe drehen, in der sie einen Umlauf um ihren Planeten machen. Man darf es also wohl für ein allgemeines Natur-Gesetz annehmen, daß

alle

alle Trabanten oder Planeten vom zweyten Range, die nicht unmittelbar um die Sonne, sondern um einen Planeten vom ersten Range laufen, diesem ihrem Zentral-Körper beständig dieselbe Seite zukehren. Es ist dies eines der größten Räthsel in der Astronomie, das wir vielleicht nie zu erklären im Stande seyn werden. Folgende Betrachtungen können indessen dienen, die Sache begreiflicher zu machen, und eine Spur anzuzeigen, die vielleicht einst zur vollständigen Erklärung führen kann.

Der größte aller Planeten erscheint auf der Sonne nur ungefähr so groß, wie uns Venus scheint; alle übrigen zeigen sich auf der Sonne weit kleiner. Hier also, wo die ganze Oberfläche in einen Punkt zusammenschwindet, ist es begreiflich, daß alle Theile der Oberfläche gegen den Zentral-Körper dasselbe Verhältniß haben, daß es in Beziehung auf die Attraktion desselben ganz gleichgültig ist, ob und wie sie sich umdrehen, und daß gar kein nothwendiger Zusammenhang zwischen ihrem Umlauf und ihrer Umdrehung Statt findet. Es werden hier also zwischen diesen beyden Perioden alle möglichen Verhältnisse Statt haben, die der Zufall herbeyführen kann, wie es bey den Planeten wirklich der Fall ist. Die Trabanten hingegen erscheinen auf ihrem Haupt-Planeten ohne Vergleich größer: wir unterscheiden deutlich die verschiedenen Theile der Oberfläche des Mondes, und er ist uns so nahe, daß in

der Entfernung dieser verschiedenen Theile vom Zentral-Körper, und in der davon abhängenden Anziehung nach der Erde, ein sehr merklicher Unterschied Statt findet. Hier sieht man also wenigstens die Möglichkeit eines Zusammenhanges zwischen der umlaufenden und der drehenden Bewegung. Die Kugel-Gestalt der Welt-Körper, und noch mehr die aus ihrer Rotation entstandene Abplattung an den Polen, beweist, daß sie sich ursprünglich in einem weichen oder flüssigen Zustande befunden haben, der ihnen erlaubte, die Gestalt anzunehmen, welche die Kraft der Attraktion oder die Schwere ihnen zu geben strebte; und man wird sich nun leicht im allgemeinen einen Begriff davon machen, was bey der ersten Bildung und Bewegung der Trabanten erfolgen mußte.

Aus dem chaotischen Stoff, der in einem Zustande der Auflösung den Planeten umgab, entwickelte sich ein Trabant, indem sich um irgend einen Kern, durch gegenseitige Anziehung, die übrige Materie in eine Kugel zusammendrängte; allein die geringe Entfernung machte, daß die Theile nicht bloß gegen einander, sondern auch gegen den Planeten schwer waren, so daß der gemeinschaftlche Schwerpunkt, nach dem alles vorzüglich hingezogen ward, zwischen den Mittelpunkten des Planeten und des entstehenden Trabanten lag. Es drängten sich also die dichteren oder schwereren Massen nicht eigentlich um den Mittelpunkt

des Trabanten zusammen, sondern nach der Seite hin, die dem Planeten zugekehrt war, welches wir auch oben wirklich bey den Jupiters-Trabanten durch die Erfahrung bestätigt gefunden haben. Diese Seite mußte, weil sie nicht allein aus schwererer Materie bestand, sondern auch dem Planeten merklich näher war als die übrigen Theile, natürlich von ihm stärker angezogen werden. Wenn also die Masse des Trabanten ursprünglich keine sehr schnelle Umdrehung hatte — und in der That sieht man nicht, wodurch sie eine andere Umdrehung hätte erhalten können, als die mit ihrem Umlauf um den Planeten übereinstimmte — so befand sich der Trabant in dem Fall einer magnetischen Kugel, die um eine eiserne Kugel herumschwimmt, und deren magnetischer Pol bey jeder Bewegung der Kugel sich beständig nach dem eisernen Zentral-Körper hinwendet. Hiezu kam nun wohl, daß der nach dem Planeten gerichtete Halbmesser des Trabanten, da dieser ursprünglich in einem weichen Zustande gewesen seyn muß, sich, sowie wir es auf der Erde an der Ebbe und Fluth sehen, verlängern mußte, weil er stärker als die übrigen Halbmesser vom Planeten angezogen ward; wodurch er dem Planeten noch mehr genähert, und um so stärker von ihm angezogen ward. Dieser verlängerte Halbmesser mußte also entweder unverrückt dem Planeten zugekehrt seyn, in welchem Falle die umdrehende Bewegung mit der umlaufen-

den genau überein kam; oder wenn ihn eine Rotation des Trabanten, die schneller oder langsamer als sein Umlauf war, auch etwas aus seiner Richtung brachte, so zog ihn die stärker auf ihn wirkende Attraktion des Planeten immer wieder zurück, und er fing an, hin und her Schwingungen zu machen, die nur sehr klein seyn konnten, wenn seine ursprüngliche Rotation nicht so geschwind war, daß sie die starke Attraktion des Planeten überwinden konnte. Auf diese Art mußte der Trabant dem Planeten beständig dieselbe Seite zukehren, und nur wegen jener Schwingungen, von Zeit zu Zeit einen kleinen Theil der hinteren Hälfte bald auf der einen bald auf der andern Seite ihm zeigen. Dieses ist gerade, was die Beobachtungen an unserm Monde längst gezeigt haben, und was man das Schwanken oder die Libration des Mondes nennt. Aus diesen Betrachtungen folgt dann natürlich, daß jeder Welt-Körper, der seinem Zentral-Körper so nahe ist, daß er ihm in einer beträchtlichen Größe erscheint, wie es bey allen Trabanten der Fall ist, wenn er nicht durch einen Stoß oder irgend einen Zufall eine sehr schnelle Rotation hat, dem Zentral-Körper, jene kleinen Schwingungen abgerechnet, beständig dieselbe Seite zukehren muß.

Es ist möglich, daß außer dieser Ursache noch mehrere andere mitwirken, um dieses Phänomen hervorzubringen; es ist möglich, daß zwischen jedem Zen-

tral=Körper und seinen Planeten oder Trabanten gewisse physische oder chymische Affinitäten Statt finden, die ihre Wirkung nicht in der großen Entfernung der Planeten von der Sonne, wohl aber in der Nähe der Trabanten bey ihrem Haupt=Planeten äußern können: woraus eine von der Schwere verschiedene Attraktion entstehen würde, die dem Planeten immer dieselbe verwandte oder freundschaftliche Seite zuwendet. Wenn man sich erinnert, daß die magnetischen Erscheinungen, und die dem Magnete gleiche spezifische Schwere der Erdkugel es wahrscheinlich machen, daß ihr Kern nichts anders als ein großer Magnet ist, so erklärt sich die Sache sehr leicht, wenn man annimmt, daß entweder der Mond ein ähnlicher Magnet sey, dessen entgegengesetzter magnetischer Pol dem der Erde beständig zugekehrt seyn muß, oder daß die der Erde zugekehrte Seite des Mondes vorzüglich eisenhaltig sey: dies letztere wird durch die größtentheils aus Eisen bestehenden Meteor=Steine wahrscheinlich, wenn man sich die Vermuthung erlauben darf, daß sie uns vom Monde zugeworfen werden. Jeder andere von Trabanten umgebener Planet, wie Saturn, bestände dann vielleicht ebenfalls aus einem magnetischen Kern, der nicht gerade wie der unsrige, Eisen, sondern Kupfer oder Gold, oder irgend ein uns unbekanntes Mineral, an dem seine Trabanten vorzüglich reich sind, an sich zöge.

Die Betrachtung des Saturns-Ringes, von dem sogleich die Rede seyn wird, giebt noch einen andern Gesichts-Punkt, aus dem man die Sache ansehen kann. Dieser Ring ist wahrscheinlich aus unzähligen Massen zusammengesetzt, die, wenn sie sich losgerissen hätten, Trabanten geworden seyn würden. Wenn man nun annimmt, daß auch die wirklich vorhandenen Trabanten Fragmente eines solchen Ringes sind, die sich von ihm getrennt haben, oder daß vielleicht jeder Trabant ein zusammengezogener ehemaliger Ring ist, so ist es natürlich, daß sie die ehemalige Bewegung des Ringes wenigstens größtentheils beybehalten haben; und es ist offenbar, daß der Ring und jeder seiner Theile, jeder daraus entstandene Trabant, so lange der Ring noch zusammen hing, keine andere Umdrehung haben konnte, als die mit seinem Umlauf um den Planeten einerley war, weil sonst die einzelnen Theile verschiedene Bewegungen gehabt hätten, folglich der Ring nicht fest zusammengehangen hätte.

Man möchte hier vielleicht fragen, warum es die Natur so eingerichtet habe, daß nur die Planeten vom zweyten, nicht aber die vom ersten Range, ihrem Zentral-Körper beständig dieselbe Seite zukehren, oder mit andern Worten, warum die Planeten der Sonne nicht so nahe sind, als die Trabanten ihrem Haupt-Planeten. Ohne alle Anmaßung, die Absichten der Natur oder ihres Urhebers erforschen zu wollen, darf man

sich doch folgende Bemerkungen erlauben, welche die Sache selbst an die Hand giebt. Wenn ein Planet sich in dieser Lage befände, so würde seine der Sonne zugekehrte Seite ihren Strahlen unaufhörlich ausgesetzt seyn, und endlich ganz austrocknen oder verbrennen; keine Nacht würde das blendende Licht des Tages mildern, oder seine Hitze abkühlen: die andere Hälfte, wo ewiger Winter und ewige Nacht herrschte, würde nicht weniger schlimm daran seyn; beyde Hälften des Planeten würden des wohlthätigen Wechsels der Tages- und Jahres-Zeiten beraubt, schwerlich bewohnt werden können. Mit den Trabanten aber verhält es sich ganz anders, weil für sie der Zentral-Körper nicht die Quelle des Lichts und der Wärme ist. Indem sie dem Haupt-Planeten beständig dieselbe Seite zukehren, und zugleich einen Umlauf um ihn machen, wenden sie nach und nach jede Seite der Sonne zu, die sich außerhalb dieser Bahn befindet: alle Theile des Trabanten genießen den Wechsel der Tages- und Jahres-Zeiten eben sowohl wie der Planet. Wenn man auch nicht gerade dieses für den Grund halten will, warum die Natur eine solche Einrichtung getroffen hat, so zeigt es uns doch, wie nützlich es ist, daß die Planeten der Sonne nicht so nahe kommen, wie die Trabanten ihrem Planeten; und man wird es nicht wahrscheinlich finden, daß es innerhalb der Bahn des Merkurs noch viele uns unbekannte Planeten gebe.

Wir kommen nun zu dem merkwürdigen **Ringe** Saturns, einer Erscheinung wovon es, wenigstens in unserm Sonnen-System, kein zweytes Beyspiel giebt. Schon vor zweyhundert Jahren erstaunten die Astronomen über die sonderbare und veränderliche Gestalt dieses Planeten, und wußten sie sich lange nicht zu erklären. Bald schien er von zwey Kugeln, bald von zwey Handgriffen umgeben, bald ohne alle Umgebung den übrigen Planeten gleich. Sorgfältige Beobachtungen zeigten endlich fünfzig Jahre später, daß alle diese verschiedenen Gestalten nichts anders sind, als ein kreisrunder Ring, der den Saturn concentrisch umgiebt, durch einen großen Zwischenraum von ihm getrennt ist, und um ihn ein im Aether schwebendes Gewölbe, oder eine in sich selbst zusammenlaufende und auf sich selbst stützende Bogen-Brücke bildet. Da sich die Erde nur dreyßig Grad über der Ebne dieses Ringes erhebt, so muß er uns bald wie eine gerade Linie erscheinen oder vielmehr ganz verschwinden, bald die Gestalt einer mehr oder weniger geöffneten Ellipse annehmen: und dies ist es auch, was die verbesserten Fernröhre deutlich gezeigt haben, so daß über die kreisrunde Gestalt des Ringes jetzt kein Zweifel mehr ist. Nun begreift man leicht, daß weit vom Planeten, wo die beyden Enden des Ringes zusammenlaufen, ihre größere Dicke und ihr verdoppeltes Licht deutlicher in die Augen fallen muß, nahe beym Planeten aber, wo sie sich weiter öffnen,

und durch das nähere Licht des Planeten geschwächt werden, weniger leuchten, und in schwachen Fernröhren ganz verschwinden wird: aus diesem Grunde sah man anfänglich die beyden Enden als zwey Kugeln, und nachher durch bessere Fernröhre die beyden Henkel.

Um sich von den verschiedenen Gestalten, unter denen der Ring uns erscheint, einen deutlichen Begriff zu machen, muß man sich einen flachen und sehr dünnen Teller vorstellen, aus dem der innere größte Theil weggenommen ist, und in dessen leerem Mittelpunkte die Kugel Saturns schwebt. Die innere Schärfe dieses Teller-Randes ist von der Oberfläche Saturns um zwey Drittheil seines Halbmessers entfernt, und eben dies ist auch die Breite des Ringes. Der äußere Durchmesser des Ringes erscheint uns, wenn man das Mittel nimmt, sowie auf der Sonne, unter einem Winkel von 42 Sekunden, also etwas größer als Jupiter, und dies beträgt 40565 Meilen; die Breite beträgt 5882, der leere Raum zwischen dem Ringe und dem Planeten 6016, und die Dicke oder Schärfe des Ringes 113 Meilen: so daß die ganze Masse des Ringes 65040 Millionen Kubik-Meilen beträgt, welches ungefähr der 38ste Theil der Saturns-Kugel, vier- und zwanzigmal mehr als die Erd-Kugel, und achthundertmal größer als unser Mond ist.

Dieser ungeheure Ring hat, gleich den Planeten, kein eigenes Licht, sondern zeigt sich uns nur, insofern

er von der Sonne erleuchtet wird. Da er nun mit dem Saturn in dreyßig Jahren um die Sonne läuft, und dabey immer eine parallele Lage behält, so sieht man leicht, daß er alle fünfzehn Jahre eine solche Lage erhalten muß, wo seine Ebne gerade durch die Sonne geht, so daß nur seine scharfe Kante erleuchtet wird; daß nun fünfzehn Jahre lang seine eine Hälfte, z. B. die nordliche, und dann, nachdem abermals nur seine scharfe Kante Licht erhalten hat, seine andere Hälfte, die südliche, von der Sonne erleuchtet wird. Die Sichtbarkeit des Ringes überhaupt hat also eine Periode von 30 Jahren: fünfzehn Jahre ist nur die nordliche, und die folgenden fünfzehn Jahre nur die südliche Hälfte sichtbar, und während des Ueberganges von einer Hälfte zur andern ist er in einer so großen Entfernung, wie die der Erde ist, ganz unsichtbar, weil die Dicke seines erleuchteten Randes zu unbedeutend ist.

Seine Sichtbarkeit auf der Erde hängt aber noch überdem von der Stellung der Erde ab, weil wir ihn nur alsdenn sehen können, wenn wir uns auf seiner erleuchteten Seite befinden. Da die jährliche Bahn der Erde im Verhältniß zu der Saturns-Bahn sehr klein ist, so fällt die verlängerte Ebne des Ringes immer vierzehn Jahre nach einander außerhalb der Erd-Bahn: die Erde, welche Lage sie auch in ihrer Bahn um die Sonne haben mag, befindet sich also immer vierzehn Jahre auf derselben Seite des Ringes, die der Sonne

zugekehrt, folglich erleuchtet ist; wir sehen den Ring ununterbrochen vierzehn Jahre in einer mehr oder weniger geöffneten Ellipse. Hierauf hat Saturn ein ganzes Jahr eine solche Lage, daß die Ebne seines Ringes die Erd-Bahn trifft; und während dieser Zeit ereignen sich Aenderungen in der Sichtbarkeit des Ringes, die von der Lage der Erde abhängen. Nach Verlauf dieses Jahres bleibt der Ring wieder vierzehn Jahre jenseits der Erd-Bahn sichtbar, und nun kömmt das dreyßigste Jahr, in dem wieder jene abwechselnden Erscheinungen erfolgen, wie im fünfzehnten Jahre. In diesen zwey Jahren, die alle fünfzehn Jahre vorkommen, kann der Ring, nach der verschiedenen Lage der Erde, entweder nur einmal verschwinden, oder zweymal, indem er wieder auf kurze Zeit sichtbar wird, weil die Erde ihn eingeholt hat und auf seine helle Seite getreten ist. Es giebt sogar einen Fall, wo der Ring in einem solchen Jahre nur die wenigen Tage verschwindet, da die Erde durch die Ebne des Ringes geht, und also eigentlich gar nicht unsichtbar wird, weil in dieser Zeit Saturn neben der Sonne steht, und also nicht beobachtet werden kann: in einem solchen Falle ist der Ring fast dreyßig Jahre lang sichtbar. Der entgegengesetzte Fall ist der, wo der Ring neun Monate lang unsichtbar ist. In den meisten Fällen aber dauert die Unsichtbarkeit des Ringes weit kürzere Zeit. Dies sind die allgemeinen Erscheinungen des Ringes; eine nähere Be-

trachtung desselben hat zu folgenden Resultaten geführt.

Der Ring liegt genau in der Ebne des Aequators, um den sich Saturn in zehn Stunden dreht; und in eben dieser Ebne liegen die Bahnen der sechs inneren Trabanten; nur der siebente weicht etwas davon ab. Wenn daher der Ring uns wie eine gerade Linie erscheint, indem die Erde durch seine Ebne geht, so zeigt er sich wie eine feine kaum sichtbare Silber-Schnur (nur hundert Meilen dick), auf welcher sechs Perlen vom schönsten Wasser (die sechs nächsten Trabanten) aufgereihet sind. Man sieht hieraus, daß der Ring in den vollkommensten Fernröhren auch selbst dann nicht verschwindet, wenn wir nicht seine erleuchtete Fläche, sondern bloß seine scharfe Kante sehn; zugleich aber, wie sehr geringe seine Dicke ist, da die Trabanten, die nur einen Durchmesser von etwa einer Sekunde haben, doch an beyden Seiten über ihn hervorragen. — Der Ring verschwindet auch dann nicht einmal, wenn seine Ebne durch die Sonne, aber nicht durch die Erde geht, so daß wir seine erleuchtete scharfe Kante nicht gerade sondern von der Seite sehn. Dies beweist, daß die Kante nicht eckig sondern abgerundet ist, so daß zugleich Licht auf ihre Seiten fällt.

Schon vor hundert Jahren hatte man bemerkt, daß der Ring durch seinen ganzen Umfang, fast in

der Mitte, doch etwas näher am äußern Rande, durch eine schwarze Linie in zwey Theile getrennt ist; und die neueren Beobachtungen haben gezeigt, daß dies ein wirklich leerer, beynahe sechshundert Meilen breiter Zwischenraum ist, der durch die ganze Dicke des Ringes geht, und ihn in zwey ungleiche Ringe theilt, wovon der innere beynahe viertausend, der äußere aber kaum vierzehnhundert Meilen breit ist. Wahrscheinlich besteht er aus mehreren Ringen, die man aber noch nicht deutlich erkannt hat.

Der Raum zwischen beyden Ringen, sowie zwischen dem innern Ringe und dem Planeten, scheint zwar schwärzer als der übrige Himmel, weswegen man sogar geglaubt hat, daß es ein solider dunkeler Körper wäre; allein es ist wohl gewiß, daß diese schwärzere Farbe nur ein optischer Betrug ist, der durch das nahe Licht des Planeten und seines Ringes verursacht wird, und daß wenigstens zwischen dem Saturn und seinem Ringe ein leerer Zwischenraum ist, durch den der schwarze Himmel sich zeigt; denn wenn der Ring nur nach seiner scharfen Kante von der Sonne erleuchtet ist, und die Erde sich weit seitwärts befindet, so daß wir in schiefer Richtung zwischen dem Saturn und dem Ringe durchsehen, so zeigt sich auf der Scheibe Saturns deutlich der Schatten des Ringes, der durch einen hellen Streifen (den durch den leeren Zwischenraum durchscheinenden Theil der Oberfläche des Saturns)

vom Ringe selbst getrennt ist, welches unmöglich wäre, wenn der Ring mit dem Planeten selbst zusammenhinge. Auch würde in diesem leztern Falle der Ring sich zugleich mit dem Saturn um eine Axe drehen müssen, welches aber, wie wir bald sehen werden, den Beobachtungen widerspricht. Daß der schwarze Strich zwischen beyden Ringen ein solcher dunkler Körper, oder eine im Schatten liegende Vertiefung des Ringes sey, ist äußerst unwahrscheinlich: denn es läßt sich schwerlich ein Körper von solcher Beschaffenheit denken, daß er das Sonnen-Licht gar nicht zurükwürfe; und wenigstens würden wir, nach dem höheren Stande der Sonne über der Ebne des Ringes, womit die Stärke der Erleuchtung zunimmt, doch einen Schimmer von Licht gewahr werden. Doch ist dies ein Gegenstand, der sich mit mathematischer Gewißheit nur dann beweisen läßt, wenn es einmal einem Beobachter glücken sollte, einen Stern durch diesen engen Zwischenraum zu erblicken, wozu aber wegen des starken Lichts des nahen Ringes und des Saturns wenig Hoffnung ist.

Daß der Ring von einer sehr dichten Atmosphäre umgeben ist, das wird durch mehrere Beobachtungen fast außer Zweifel gesezt. Der Schatten den der Ring auf die Scheibe des Saturns wirft, ist, sowie der Schatten den Saturn auf den hintern Theil des Ringes wirft, gewöhnlich ganz schwarz, oft aber nur grau. Zuweilen, wenn die Sonne durch die Ebne

des Ringes geht, also seine scharfe Kante senkrecht am stärksten erleuchtet; sieht man ihn doch entweder gar nicht, oder es zeigt sich nur ein matter grauer Schimmer von ihm, obgleich zu eben der Zeit der Schatten, der natürlich eine geringere Breite als der Ring hat, sich auf dem Saturn vollkommen deutlich und schwarz zeigt. Die natürlichste Erklärung hievon ist die Verdickung des Dunstkreises, oder der Nebel die ihn bedecken, und ihn nur, wenn das Wetter sich dort aufheitert, deutlich sehen lassen. Wenn endlich die Sonne schon die Fläche des Ringes erleuchtet, und die Erde sich auf der dunkeln Seite befindet, so zeigt sich doch die Schärfe des Ringes erleuchtet, welches nur von seiner Atmosphäre herrühren kann, die den Sonnen-Strahlen durch die Refraktion eine andere Richtung giebt. Diese Erscheinungen beweisen nicht allein, daß der Ring mit einer dichten Atmosphäre umgeben ist, sondern auch daß in derselben, wie in der Atmosphäre aller Welt-Körper, die wir kennen, mit Ausnahme vielleicht des Mondes, sehr große Aenderungen vorgehen.

Der Ring ist nicht gleichförmig erleuchtet, welches sich besonders dann zeigt, wenn er fast wie eine gerade Linie erscheint; man unterscheidet deutlich hellere und dunklere Stellen, die, wie wir sogleich sehen werden, nichts anders sind als Erhabenheiten und Vertiefungen. Es scheint also nichts leichter, als aus

der Aenderung oder Bewegung dieser Stellen die Periode zu bestimmen, in welcher der Ring sich um seine Axe oder um den Saturn dreht; und es ist in der That unbegreiflich, daß zwey der größten Beobachter unserer Zeit aus ihren Beobachtungen hierüber ganz entgegengesetzte Resultate gezogen haben. Nach dem einen dreht sich der Ring in achtehalb Stunden einmal um seine Axe, nach dem andern dreht er sich gar nicht. Das erstere stimmt mit der Theorie vollkommen überein, nicht allein weil ein Trabant des Saturns in der Entfernung des Ringes, nach dem dritten Keplerschen Gesetze, gerade in dieser Periode von zehn bis eilf Stunden einen Umlauf machen würde, sondern auch weil es sich schwerlich begreifen läßt, wie die verschiedenen Massen, aus denen der Ring besteht, sich hätten zusammenhäufen und einen Ring bilden können, statt auf den Saturn, der sie anzog, zu stürzen, wenn sie gar keine Seiten-Bewegung gehabt hätten, die sie in der gehörigen Entfernung vom Zentral-Körper hielt. Von der andern Seiten beweist eine große Menge von Beobachtungen, daß die ausgezeichneten Stellen des Ringes beständig dieselbe Lage behalten, daß namentlich der östliche Arm des Ringes in jeder Lage Saturns immer weit schwächer und dünner als der westliche ist; woraus freilich zu folgen scheint, daß der Ring der Erde oder vielmehr der Sonne beständig dieselbe Seite zukehrt, sich also

in

in der Zeit eines Umlaufs des Saturns um die Sonne, oder in dreyßig Jahren, nur einmal umdreht. So unwahrscheinlich dies, wie wir eben gesehen haben, aus physischen Gründen ist, so wenig läßt sich doch an der Genauigkeit der Beobachtungen zweifeln: es wird daher über diesen Gegenstand, der freylich nicht sehr erheblich ist, nichts entschieden werden können, als bis die sich bis jetzt widersprechenden Beobachtungen übereinstimmen. Es wäre vielleicht ein Mittel beyde zu vereinigen, doch die Erklärung davon würde uns zu weit von unserm Zwecke abführen.

Es entsteht aber nun eine andere Frage, was denn dieser sonderbare Ring eigentlich sey. Wenn man sich, ungefähr wie die alten griechischen Astronomen, vorstellt, daß die Bahn eines Trabanten eine solide Linie sey, oder daß der Trabant, gleich einem feurigen Meteor, auf seinem ganzen Wege um den Saturn eine leuchtende Spur zurücklasse, so hat man ein ähnliches Bild des Ringes. Wenn Saturn nicht von sieben Trabanten, sondern von tausenden umgeben wäre, die sich in derselben Ebne und beynahe in gleicher Entfernung bewegten, so würde ihr Licht in der großen Entfernung der Erde, gleich dem Lichte der unzähligen Sterne in der Milch-Straße, sich vielleicht so vermischen, daß unser Auge nur einen hellen Ring bemerkte. Eben das würde der Fall seyn, wenn die Massen seiner sechs Trabanten die wirklich in einer Ebne laufen,

in unzählige kleine Stücke zerstreut würden; und der auf diese Art entstandene Ring würde sich wieder in Trabanten verwandeln, wenn jene unzähligen Elemente durch gegenseitige Attraktion sich zu einzelnen Kernen oder Kugeln sammelten. Durch solche Betrachtungen wird man fast berechtigt, die Trabanten wie Theile oder Trümmer eines ehemaligen Ringes anzusehen, von dem sie sich losgerissen haben, und von der andern Seite den Ring wie eine noch unreife, oder nicht zur völligen Entwickelung gelangte Masse, die nach der Bildung der sieben Trabanten übergeblieben ist, wie eine Pflanz-Schule, aus der sich vielleicht noch künftig Trabanten entwickeln werden. Diese Art sich die Sache vorzustellen, scheint nicht allein durch den Umstand, daß die Bahnen aller Trabanten, mit Ausnahme des siebenten, genau in der Ebne des Ringes liegen, sondern auch durch die genaueren Beobachtungen des Ringes wirklich bestätigt zu werden.

Wenn die scharfe Kante des Ringes von der Sonne erleuchtet wird, so erscheint er nicht wie eine zusammenhängende Linie, sondern aus einer Menge heller Punkte oder Knoten zusammengesetzt, die durch dunklere Zwischenräume getrennt in gerader Linie liegen. Der Ring ist also keine ebene, sondern eine rauhe mit großen Gebirgen bedeckte Fläche. Auch nachher, wenn die Sonne schon anfängt die Fläche des Ringes zu erleuchten, erscheint er in eben dieser Gestalt, weil wegen der in sehr

schiefer Richtung auffallenden Sonnen-Strahlen, die Vertiefungen zwischen den hohen Bergen oder Knoten von diesen Massen beschattet werden. Je mehr sich nun die Sonne über die Ebne des Ringes erhebt, desto mehr ziehen sich die einzelnen Licht-Punkte in die Länge, die Schatten verkürzen sich, verschwinden, und die Thäler werden erleuchtet, weil es auf dieser Seite des Ringes Mittag wird; bis endlich die Schärfe des Ringes wie eine wellenförmige Linie, genau wie das Profil einer langen Gebirgs-Kette erscheint.

Das Merkwürdigste hiebey ist die ungeheure Höhe dieser Berge, zu der die Dicke des Ringes gar kein Verhältniß hat. Wir haben gesehen, daß auf allen Welt-Körpern die Berge fast dasselbe Verhältniß zum Durchmesser des Welt-Körpers haben, welches selbst bey den höchsten Bergen des Merkurs nicht den 127sten Theil des Halbmessers übersteigt. Hier aber sehen wir Berge, die mehr als dreymal höher sind, als der Halbmesser des Körpers der ihnen zum Gewölbe oder Fundament dient, nämlich als die halbe Dicke des Ringes. Allein auch ohne auf dieses Verhältniß Rücksicht zu nehmen, sind diese Massen so ungeheuer, daß man sie gar nicht als Berge ansehen kann, da sie nicht nur alle Trabanten, sondern die vier neuentdeckten Planeten und selbst den Merkur an Größe übertreffen. Man hat auf dem Ringe Stellen bemerkt, die sich zu einer Höhe von mehr als zweyhundert Meilen über seiner

Fläche erheben; und das Merkwürdigste hiebey ist, daß genau an derselben Stelle, wo man auf der nordlichen Fläche des Ringes solche hohe Berge bemerkt hat, sich eben so hohe auf der südlichen zeigen, so daß die Berge nicht auf dem Ringe stehen, sondern ihn durchschneiden. Hiedurch erhält der Berg nicht allein die doppelte Höhe, sondern es muß noch die Dicke des Ringes dazu gerechnet werden, so daß es Massen von fünf bis sechshundert Meilen im Durchschnitt sind, hundertmal größer als Vesta, der kleinste der neuen Planeten. Solche Massen kann man nicht als Berge ansehen, die von der dünnen Fläche des Ringes getragen werden, sondern es sind wahre Welt-Körper, Klumpen oder Trabanten, die sich durch gegenseitige Attraktion zusammengeballt, durch die Anziehung des Saturns um ihn her an einander gedrängt, und so dieses im leeren Raume durch eigene Schwere schwebende Gewölbe geschlossen, oder den Ring gebildet haben. Die sogenannte Dicke des Ringes ist dann nur der Durchmesser der kleinsten und zahlreichsten dieser Massen, die, wenn die Sonne durch die Ebne des Ringes geht, und sie in horizontaler Richtung erleuchtet, wegen ihrer unbedeutenden Größe, oder weil sie von den benachbarten größeren Massen beschattet werden, kaum merklich oder ganz unsichtbar sind. Wegen der großen Nähe dieser ungeheuren Massen müssen sie noch jetzt eine gegenseitige Attraktion äußern, aus welcher beständige Zerrüt-

tungen entstehen würden, wenn sie nicht aus sehr harter Materie bestünden, und auf das Festeste verbunden wären. Daher kömmt es dann auch, daß der Ring, obgleich seine Fläche immer nur schief, und nie unter einem größeren Winkel als dreyßig Grad von der Sonne erleuchtet wird, uns doch ein stärkeres Licht zuwirft als Saturn, der das Sonnen-Licht senkrecht auffängt, so daß man den Ring da, wo er über die Scheibe Saturns wegstreift, durch sein weißeres Licht deutlich vom gelblichen Lichte des Planeten selbst unterscheidet.

Der schöne Anblick den uns, unerachtet der großen Entfernung, der glänzende Saturns-Ring durch stark vergrößernde Fernröhre giebt, erregt natürlich die Vermuthung, daß er den Bewohnern des Saturns, die dieses Licht-Gewölbe über ihrem Haupte schweben sehen, ein noch viel schöneres Schauspiel gewähren müsse; und man hat sogar darin ein Mittel zu finden geglaubt, wodurch die Natur jenen Wesen, die einen der größten Planeten unsers Sonnen-Systems bewohnen, den Verlust des Sonnen-Lichtes ersetzt habe. Es ist dieses einer der vielen Beweise, wie leicht wir uns irren, wenn wir alles in der Natur, deren Plane wir Kurzsichtigen so wenig übersehen, durch Zwecke erklären wollen; und es thut mir in der That leid, meinen Lesern diese angenehme Täuschung rauben zu müssen. Bey näherer Betrachtung zeigt sich nämlich ge-

rade das Gegentheil. Der Ring den wir so sehr bewundern, wird vielleicht von den Bewohnern Saturns verwünscht, weil er ihnen das wenige Sonnen-Licht, welches die ungeheure Entfernung zu ihnen gelangen läßt, noch größtentheils raubt; denn da er sein Licht nur von der Sonne, also von außen, erhält, so kann seine innere, dem Saturn zugekehrte Seite, nicht anders als dunkel seyn; indem er von außen glänzt, hüllt er den von ihm eingeschlossenen Planeten in dicke Finsterniß ein. Da der Ring über dem Aequator des Saturns schwebt, so bedeckt er den Ländern unter der Linie, nach seiner Dicke, beständig einen Theil des Himmels, sowie der in seiner Ebne laufenden sechs Monde, und nie kann man auf dem Saturn unter der Linie die eine oder die andere erleuchtete Seite des Ringes sehen. Wenn die Sonne durch den Aequator geht, welches alle fünfzehn Jahre geschieht, wenn der Frühling oder der Herbst auf dem Saturn anfängt, so wird nur seine äußere Kante erleuchtet, der Ring wirft das Licht nach außen zurück, und ist auf der ganzen Kugel des Saturns unsichtbar. Um beyde Pole des Saturns giebt es bis zur Entfernung von 26 Grad eine Zone, für welche der Ring so gut wie gar nicht existirt, weil er beständig unter ihrem Horizonte liegt. Von dieser Zone bis zu 37 Grad vom Aequator, sind zwey Streifen des Saturns, die zur kalten und zur gemäßigten Zone gehö-

ren, in denen man den Ring nie nach seiner ganzen Breite, sondern nur einen Theil von ihm sieht, und zwar im Horizont. In der nun folgenden Zone bis zum Aequator, erhebt sich zwar der Ring nach seiner ganzen Breite über dem Horizont; allein je höher er sich erhebt, oder je näher man dem Aequator kömmt, desto schiefer zeigt er sich: er zieht sich also immer enger zusammen, bis er unter dem Aequator ganz verschwindet. Uberhaupt zeigt er sich auf dem Saturn nie breiter als unter einem Winkel von dreyzehn Grad, oder 24mal größer als der Sonnen-Durchmesser uns erscheint; und diese größte Breite hat er da, wo sich nur ein ganz kleiner Theil von ihm über dem Horizont erhebt.

Noch schlimmer sieht es mit der Erleuchtung aus. Da immer nur eine Seite des Ringes von der Sonne erleuchtet wird, so ist er auch nur auf der Seite des Aequators sichtbar, auf welcher die Sonne sich befindet, oder wo es Sommer ist; und was das Schlimmste ist, nur bey Tage, weil er in der Nacht durch die von der Sonne abgewandte Nacht-Seite Saturns verfinstert wird: als leuchtender Körper thut er den Bewohnern Saturns also nicht viel mehr Dienste, als uns der Mond bey Tage oder während einer Mond-Finsterniß, und die Saturns-Bürger sind in Rücksicht ihrer Erleuchtung bey Nacht, auf die Armuth ihrer sieben Monde eingeschränkt. Die Bewohner der andern He-

misphäre, wo Winter ist, befinden sich auf der dunkeln Seite des Ringes: sie erhalten also von ihm nicht allein gar kein Licht, sondern er bedeckt ihnen eine Menge Sterne, und selbst die Sonne, so daß dort ganze Zonen totale Sonnen=Finsternisse haben, die mehrere Jahre dauern. Eine solche hyperboräische Nacht, in einem fünfzehnjährigen Winter, und in solcher Entfernung von der Quelle des Lichts und der Wärme, kann freylich für uns keine großen Reitze haben; allein die Bewohner des Ringes sind vielleicht noch übler daran, da sie fünfzehn Jahre Tag, und dann eine eben so lange Nacht haben, so daß es dort vielleicht Völker=Wanderungen giebt, nicht um zu rauben und zu morden, sondern um sich an den Strahlen der Sonne zu erwärmen; Völker=Wanderungen, wie es vielleicht einmal auf unserer Erde geben wird, wenn in den nordlichen Ländern der schon jetzt beunruhigende Mangel an Holz immer zunimmt. Diese Nacht der Bewohner des Ringes wird durch den siebenten Trabanten, weil die übrigen sechs immer im Horizonte liegen, nur ärmlich, etwas mehr durch den Saturn selbst erleuchtet; allein von diesem Lichte geht sehr viel verloren, weil sie sich im eigentlichen Verstande selbst im Lichte stehen, indem der Ring seinen Schatten auf den Planeten wirft.

Wenn wir hieraus lernen, daß die Bestimmung des Ringes nicht bloß seyn konnte, den Saturn zu erleuchten, so können wir es zugleich der Natur zutrauen,

daß sie ganz andere Zwecke, die für den Saturn wichtiger und wohlthätiger sind, zur Absicht hatte, als sie dieses ungeheure Gewölbe um ihn herumschlug; und wenn der Systematiker, der alles erklären zu können glaubt, seine Neugierde oder seinen Stolz, durch diese Absichten die uns vielleicht immer ein Geheimniß bleiben werden, gekränkt fühlt, so wird der wahre Philosoph mit Vergnügen hier einen neuen Beweis sehen, daß die Natur, wenn wir sie ergründet zu haben glaubten, uns immer wieder durch etwas Neues überrascht, und sich da wo sie am thätigsten ist, in ihren dichtesten Schleyer hüllt. Im Stillen und Verborgenen baut sie das Feld, von dem wir ärndten sollen, nicht an ihrer Arbeit läßt sie uns Theil nehmen, nur die reifen Früchte wirft sie uns hin, und verlangt, daß wir sie froh, dankbar, und ohne Vorwitz genießen.

Uranus.

Die fünf Haupt=Planeten, Merkur, Venus, Mars, Jupiter, Saturn, waren außer der Sonne und dem Monde, alle Welt=Körper unsers Systems, welche die Alten kannten; und da sie die Erde für den Zentral=Körper hielten, so waren ihnen Sonne und Mond auch nichts anders als Trabanten unserer Erde, und sie kannten überhaupt sieben Planeten unsers Erd=Systems, denen sie die sieben Tage der Woche heiligten. Seit der Erfindung der Fernröhre bis zu unserer Zeit, hatte man zwar keine Haupt=Planeten, aber neun Monde, vier um den Jupiter, fünf um den Saturn, entdeckt, und hundert Kometen beobachtet und berechnet, wodurch unser Sonnen=System in einem ganz neuen Licht erschien: denn diese Art von Planeten hatten die alten Astronomen ihrer Aufmerksamkeit nicht gewürdigt, auch war es ihnen, bey ihrer Unbekanntschaft mit den Gesetzen der himmlischen Bewegungen, unmöglich, ihre Bahnen zu bestimmen, da sie nur einmal erscheinen. Obgleich nun auf diese Art die Ausdehnung des Theils vom Universum, den wir bewohnen, und die Bevölkerung desselben beträchtlich ver=

mehrt ist, so hatte man doch kaum, eben durch diese Vermehrung, eine richtigere Ansicht von der Größe unsers Sonnen-Systems erhalten, als man es aus mehreren Gründen wahrscheinlich fand, daß dieses System noch weit ausgedehnter und bevölkerter sey, als man geglaubt hatte, und daß die Zahl der bisher bekannten Planeten, Monde und Kometen, nur einen sehr kleinen Theil von der ganzen Menge ausmache, die ungesehen und ungekannt sich an den Strahlen unserer Sonne erwärmen, und ihr Licht auf diesem Heerde anzünden.

Diese Vermuthung wird, nicht nur insofern sie die Kometen betrifft, noch jetzt immerfort bestätigt, indem kein Jahr ohne die Entdeckung einiger neuen Kometen vergeht; sondern auch von eigentlichen Planeten und Trabanten sind bereits mehrere gefunden, als man anfangs erwartet hatte. Nach dem Verhältniß welches die Natur bey der Austheilung der bisher bekannten Planeten-Bahnen beobachtet hatte, schien es, daß zwischen Mars und Jupiter ein Planet fehlte, und daß jenseits der Bahn des Saturns, der fast wie ein Stern erster Größe glänzt, bis zum nächsten Fixstern, noch Raum für viele Planeten wäre, wovon der nächste, der etwa zweymal so entfernt von der Sonne als Saturn seyn müsse, uns so wenig wie die Sterne von der sechsten oder siebenten Größe unsichtbar bleiben könnte; und diese Erwartung ist vollkommen erfüllt.

Die erste Frucht der von Hrn. Herschel verbesser-

ten Teleskope war die Entdeckung eines neuen Haupt-Planeten unsers Systems im Jahr 1781, den er selbst anfänglich, die Wichtigkeit seiner Entdeckung nicht ahnend, für einen Kometen hielt, der sich aber bald, durch sein langsames Fortrücken und seine unveränderte Größe und Gestalt, als einen wahren Planeten zeigte. Er ist zweymal so entfernt von der Sonne als Saturn, sowie dieser zweymal so weit als Jupiter; und so erhielt er sehr schicklich die Benennung vom Uranus, dem Vater Saturns. Denselben Namen gab man dem um eben diese Zeit entdeckten edlen Metalle Platina, nebst dem aus Gold und Eisen zusammengesetzten Zeichen ♅, weil das neue Metall die Schwere des ersten und die Härte des andern hat; und so erhielt auch der neue Planet dasselbe Zeichen.

In einer Entfernung von der Sonne, die neunzehnmal so groß ist als die Entfernung der Erde, und zweymal so groß als die des Saturns, nämlich 386 Millionen Meilen, läuft Uranus in 30688 Tagen 17 Stunden 6 Minuten 16 Sekunden, oder in vierundachtzig Jahren, um die Sonne. Seine Bahn fällt fast mit der Ebne der Erd-Bahn zusammen, da beyde nur den kleinen Winkel von drey Viertel Grad machen; die Abweichung seiner Bahn vom Kreise ist dreymal beträchtlicher als die der Erd-Bahn, so daß Uranus um mehr als fünf Grad bald voreilt bald zurückbleibt, und seine Ent-

fernung von der Sonne von 368 bis 404 Millionen Meilen, oder fast um den ganzen Durchmesser der Erd-Bahn zunimmt. Seine Entfernung von der Erde ändert sich von 348 bis 425 Millionen Meilen. Vermöge der Wirkung der übrigen Planeten, besonders Saturns und Jupiters, dreht sich die Ebne seiner Bahn jährlich um 36 Sekunden zurück, also mehr als bey irgend einem andern Planeten; zugleich biegt sie sich von der Ebne der Erd-Bahn in hundert Jahren um drey Sekunden ab; die Ellipse selbst aber, welche Uranus beschreibt, schiebt sich in ihrer Ebne jährlich um zwey Sekunden nach der linken Seite.

Der synodische Umlauf des Uranus dauert nur vier Tage länger als ein Jahr, so daß er lange in derselben Jahrs-Zeit, jetzt in den letzten Tagen des Jahres, neben der Sonne verschwindet, und in der entgegengesetzten Jahrs-Zeit sich am deutlichsten zeigt, und vom Abend bis zum Morgen sichtbar ist, welches jetzt im Anfange des Junius geschieht, und noch zwanzig Jahre in den Sommer fallen wird. In 84 Jahren macht demnach Uranus einen wahren Umlauf um die Sonne, und kömmt 83 mal mit ihr in Konjunktion und in Opposition.

Dieser Planet erscheint uns, mit kaum merklicher Aenderung, unter einem Winkel von vier Sekunden, oder wie ein Stern der sechsten Größe; woraus folgt, daß er im Durchmesser viermal, an Oberfläche

achtzehnmal, und an körperlicher Größe 76 mal so groß ist als die Erde, und zwölfmal kleiner als Saturn, so daß sein Durchmesser 7270 Meilen, seine Oberfläche 166 Millionen Quadrat=Meilen, und sein körperlicher Inhalt 201231 Millionen Kubik=Meilen beträgt. Auf der Sonne scheint Uranus fünfmal kleiner als die Erde, eben so groß wie wir ihn sehen. Die Sonne erscheint ihm neunzehnmal kleiner im Durchmesser als uns, und die ganze Sonnen=Scheibe 370 mal kleiner: er erhält also auch 370 mal weniger Licht von ihr als wir. Seine Masse beträgt siebzehnmal mehr als die Erd=Masse, und ist von eben der Dichtigkeit wie die Sonne und Jupiter, also viermal lockerer als die Erd=Masse, ungefähr so dicht wie das Wasser unserer Meere. Die Schwere wirkt dort eben so stark wie bey uns, und die Körper fallen in der ersten Sekunde nur einen halben Fuß weniger als auf der Erde.

Das einzige, was man von der physischen Beschaffenheit dieses Planeten wegen seiner großen Entfernung hat bemerken können, ist, daß er sehr merklich an den Polen eingedrückt ist, woraus folgt, daß er gleich dem Jupiter und dem Saturn, sich sehr schnell um eine Axe dreht. Auch glaubt man ähnliche parallele Streifen auf ihm bemerkt zu haben.

Der Entdecker des Uranus hat bereits sechs Trabanten beobachtet, die in ungefähr 6, 9, 11, 13, 38, 108 Tagen, in einer Entfernung von 13, 17, 20 23,

46, 91 Halbmessern des Uranus, um diesen Planeten in Bahnen laufen, welche die merkwürdige Lage haben, daß sie die Ebne seiner Bahn um die Sonne fast senkrecht durchschneiden. Wenn man diese Trabanten-Bahnen mit denen des Jupiters und Saturns vergleicht, so wird es wahrscheinlich, daß es innerhalb derselben noch mehrere giebt, so daß es den Nächten des Uranus nicht an Licht fehlen kann. Da aber diese Trabanten die kleinsten Punkte am Himmel sind, und nur durch das Herschelsche Riesen-Teleskop bemerkt werden können, so werden die dem Uranus noch näheren auf der Erde wahrscheinlich immer unbemerkt bleiben.

Die vier neuesten Planeten.

Auch die Lücke, die unser Sonnen-System zwischen dem Mars und dem Jupiter zu haben schien, ist in den neuesten Zeiten über alle Erwartung, nicht mit einem sondern schon mit vier Planeten ausgefüllt worden, die aber so unverhältnißmäßig klein sind, daß es ihrer wahrscheinlich noch mehrere giebt. Diese sonderbaren Planeten wurden in den ersten Jahren des neunzehnten Jahrhunderts, von 1801 bis 1807 entdeckt, der erste in Sizilien, die andern drey in Deutschland. Das Merkwürdigste an diesen neuen Planeten, denen man die Namen Ceres, Pallas, Juno, Vesta, gegeben hat, ist ihre geringe Größe, und der Umstand, daß sie fast genau die nämliche mittlere Entfernung von der Sonne, oder dieselbe große Axe der Bahn haben, und daß dennoch ihre Bahnen, theils wegen ihrer großen Eccentrizität, die bey zweyen von ihnen den vierten Theil ihrer Entfernung von der Sonne beträgt, theils wegen der großen Winkel unter denen sie einander schneiden, so verschlungen sind, daß sie ungestört, und ohne sich zu begegnen, ihren Lauf um die Sonne verrichten können, obgleich ihre Bahnen sich in der That schneiden,

wovon

wovon man sonst kein Beyspiel in der Astronomie kennt. Sie sind so klein, daß sie unerachtet ihrer geringen Entfernung von uns, dem bloßen Auge kaum sichtbar sind, und sich nur als Sterne von der sechsten bis neunten Größe zeigen.

Der Halbmesser der Bahn der Vesta ist 2½ mal so groß als der Halbmesser der Erd-Bahn, der Juno 2⅔, der Pallas und der Ceres 2¾ mal, so daß ihre mittleren Entfernungen von der Sonne 47, 54, und 56 Millionen Meilen betragen. Ihre Bahnen sind aber so eccentrisch, daß Ceres dadurch aus ihrem mittleren oder regelmäßigen Lauf um neun Grad verrückt wird, Vesta um zehn Grad, Pallas um 28, und Juno um beynahe 30 Grad, so daß ihre Entfernungen von der Sonne sich von 51 Millionen Meilen bis 60, von 43 bis 52, von 42 bis 69, und von 40 bis 67, ändern. Ihre Entfernungen von der Erde schwanken zwischen 31 Millionen Meilen und 81, zwischen 23 und 72, 21 und 90, 19 und 88; so daß sie uns zuweilen näher als die Sonne, zuweilen entfernter von uns sind als Jupiter. Die Bahnen der Juno und der Pallas sind so sehr eccentrisch, daß man sie fast zu den Kometen rechnen könnte; auch ist ihre Lage, besonders die der Pallas, ohne Vergleich schiefer gegen die Erd-Bahn, als bey allen übrigen Planeten: die Bahnen der Vesta, Juno, Pallas, Ceres, durchschneiden die Ebne der Erd-Bahn unter den Win-

keln von 7, 13, 35, und 11 Grad. Sie machen ihre Umläufe um die Sonne in 1324 Tagen 4 Stunden, in 1591 Tagen 18 Stunden, in 1679 Tagen 18 Stunden, und in 1681 Tagen 9 Stunden; ihre synodischen Umläufe aber von einer Konjunktion mit der Sonne bis zur nächsten dauern 504 Tage 9 Stunden, 474 Tage 1 Stunde, 466 Tage 18 Stunden, und 466 Tage 15 Stunden, so daß Vesta in eilf Jahren, Juno in dreyzehn, Pallas und Ceres in vierzehn Jahren, drey Umläufe um die Sonne machen, und in eben dieser Zeit achtmal, zehnmal, und eilfmal hinter der Sonne vorbeygehn, und ihr gegenüber stehen.

Sie erscheinen uns unter Winkeln von einer halben bis vier Sekunden, also immer kleiner als Uranus; auf der Sonne erscheinen sie ungefähr viermal kleiner als Uranus, und elf bis 71 mal kleiner als die Erde im Durchmesser. Der kleinste unter allen ist Vesta: sie ist im Durchmesser 30 mal, an Oberfläche 882 mal, und an körperlicher Größe 25000 mal kleiner als die Erde, sogar 544 mal kleiner als unser Mond, und 33 Millionen mal kleiner als Jupiter; der größte unter ihnen, Pallas, ist sechzigmal kleiner als die Erde. Ueberhaupt sind diese Planeten die kleinsten Welt-Körper unsers Sonnen-Systems, wenigstens kleiner als alle Trabanten die wir kennen. Ihre vier Kugeln zusammen machen nur den 33sten Theil

der Erd-Kugel aus, und sind nicht viel größer als der Mond. Der Durchmesser der Vesta beträgt nur 58 Meilen, und die ganze Oberfläche weniger als Schweden. — Die Sonne erscheint ihren Bewohnern, im Durchmesser fast dreymal kleiner als uns; die Scheibe der Sonne siebenmal kleiner.

Obgleich diese Planeten zu klein sind, als daß man hätte Flecken auf ihnen unterscheiden, und dadurch ihre Umdrehung um eine Axe bestimmen können, so hat man doch über ihren physischen Zustand Beobachtungen gemacht, die nicht ohne Interesse sind. Das Auffallendste ist die ungeheure Atmosphäre, in die sie gleich den Kometen wie in einen Nebel gehüllt sind; der ihren eigentlichen Kern fast unsichtbar macht, so daß man sie aus diesem Grunde, so wie wegen ihrer geringen Größe, und der großen Abweichung ihrer Bahnen vom Kreise, wie die Glieder ansehen kann, welche die Kette der Kometen mit der der Planeten verbinden. Dieser kometenartige Nebel ist besonders bey der Ceres und der Pallas merklich, und nicht nur durch seine Größe, sondern auch durch die darin vorgehenden Revolutionen merkwürdig. Oft ist der Kern des Planeten wie eine kreisrunde Scheibe scharf begränzt und von dem Licht-Nebel, in welchem er schwimmt, deutlich zu unterscheiden; oft aber sieht man bloß den letztern, und der Kern ist ganz unsichtbar. Der untere Theil der Atmosphäre, der noch so dicht ist, daß er sich uns in die-

ser großen Entfernung durch die Reflexion der Sonnen-Strahlen deutlich zeigt, erhebt sich zu einer Höhe, die dem Halbmesser des Planeten beynahe gleich ist, und leidet sehr große Aenderungen. Wenn man bedenkt, daß dieses nur der dichtere Theil der Atmosphäre ist, der auf unserer Erde nur etwa zehn Meilen, oder den 86sten Theil des Halbmessers beträgt, und der bey den übrigen Planeten uns ganz unsichtbar ist; so kann man sich leicht vorstellen, wie weit sich der feinere Theil der Atmosphäre ausdehnt, und man erstaunt über die ungeheuren Revolutionen, die in einem Dunst-Kreise vorgehen müssen, der sich von Zeit zu Zeit um das Doppelte ausdehnt, oder auf die Hälfte zusammenzieht.

So klein diese Planeten sind, so thätig scheint die Natur auf ihnen zu seyn; denn was für Verwandlungen müssen auf einem Welt-Körper vorgehen, der, wie die Ceres, sich bald in einem röthlichen, bald in ganz weißem, bald in bläulichem Lichte zeigt! Man glaubt, vielleicht nicht ohne Grund, die Natur hier noch im Erschaffen begriffen zu sehen.

Etwas sehr Merkwürdiges zeigt sich an der Vesta. Dieser kleinste aller Welt-Körper, den wir unter einem Winkel von kaum einer halben Sekunde sehen, und der nur halb so groß ist als der IV. Saturns-Trabant, den man doch nur durch sehr gute Fernröhre sehen kann, zeigt sich uns dennoch in einem sehr starken fast blen-

dendem Lichte, welches gleich dem der Fixsterne sogar Strahlen schießt, und diesem Planeten den Glanz eines Diamanten giebt. Es scheint, seine Atmosphäre ist schwächer als die der übrigen, und der Planet selbst ein sehr harter Körper, mit Gebirgen und Felsen bedeckt, die das Licht so stark zurückwerfen.

Auch hier dringt sich natürlich der Gedanke auf, wie die Natur uns bey jedem Schritte, den wir in ihrem Heiligthume weiter gehen, immer überrascht, und uns nie das zeigt, was wir erwarteten. Seit Jahrtausenden hatte sie in dieser Region unbemerkt ihr Wesen getrieben; und was man da erwarten konnte, war ein Planet größer als die Erde, und von mehreren Trabanten umgeben. Statt dessen findet man nicht einen, sondern eine Menge Planeten, von denen wir vielleicht die wenigsten erst kennen, und die so klein sind, daß man sie fast für Fragmente eines zersprungenen größeren Welt-Körpers, oder die ganze Region für eine Pflanz-Schule, eine Hecke von kleinen Planeten ansehen möchte. Man fand es merkwürdig, daß die neuen Planeten gerade an der Stelle entdeckt wurden, wo man sie vermuthet hatte; aber es wäre in der That sonderbar gewesen, wenn sie da gefunden wären, wo kaum Platz für sie war, und wenn die Natur den übriggebliebenen Raum unbenutzt gelassen hätte. Seit Jahrtausenden, da man den Himmel beobachtete, kannte man nur sechs Haupt-Planeten und einen Mond un-

sers Sonnen=Systems; wir kennen jetzt eilf Planeten, achtzehn Trabanten, und mehr als hundert Kometen, die in genau berechneten Bahnen um die Sonne laufen. Die Gränzen des Sonnen=Systems, und die Zahl der Körper, aus denen es besteht, sind dadurch in einem Verhältnisse vergrößert, von dem wir uns selbst noch nicht Rechenschaft geben können: wir haben nur eine dunkele Ahnung von der unermeßlichen Größe unsers Systems, und von der unzähligen Menge der Körper, die uns unbekannt darin umher irren. Was aber unsere Wißbegierde und unsern Stolz befriedigen kann, ist der Gedanke, daß wir die Gesetze entdeckt haben, denen selbst die unbekannten Provinzen an den fernsten Gränzen eines Reichs gehorchen, von dem nicht bloß unsere Erde, sondern alle bekannten Planeten, einen sehr unbedeutenden Theil ausmachen.

Selbst von dem physischen Zustande unsers Sonnen=Systems haben uns die in neuern Zeiten so sehr verbesserten Fernröhre wenigstens einen allgemeinen Ueberblick gegeben. Bey allen Eigenthümlichkeiten die sich an jedem Welt=Körper zeigten, war doch eine gewisse Familien=Aehnlichkeit nicht zu verkennen, deren Züge sich uns nur auf dem Planeten, den wir bewohnen, deutlich entwickeln. Alle Haupt= und Neben=Planeten unsers Systems sind, gleich der Erde, Kugeln, die, indem sie um die Sonne oder um ihren Planeten in wenig länglichen Ellipsen laufen, sich zugleich

um eine Axe drehen, und dadurch unter dem Aequator kaum merklich angeschwollen, und an den Polen eingedrückt sind. Alle schwimmen in einer Atmosphäre, in der, wenn sie gleich nicht aus eben solcher Luft und solchen Dünsten besteht, wie die unsrige, durch die Wirkung der Sonnen-Strahlen von oben, der Ausdünstungen und Eruptionen von unten, der chymischen Auflösungen und Niederschläge von innen, u. s. w., hier wie auf dem Monde geringere, dort wie auf dem Jupiter größere Revolutionen vorgehen, als bey uns. Auf den näheren Planeten, die wir gleichsam mikroskopisch beobachten können, sehen wir ganz ähnliche Erscheinungen wie auf der Erde: wir sehen die Brechung und die Zurückwerfung der Sonnen-Strahlen in ihrer Atmosphäre, die graue Dämmerung und das Saffran-Gewand, das die Ankunft des Tages verkündigt, oder seine Fackel allmählig auslöscht; wir erkennen Berge und Thäler, messen ihre Höhe und Tiefe, und entwerfen genaue Karten von ihren Landschaften, in denen, wie es scheint, reitzende fruchtbare Ebnen mit rauhen felsigen Gegenden abwechseln; wir glauben sogar auf dem Monde Spuren von dem Kunst-Fleiße seiner Bewohner zu bemerken.

Die ungeheuren Gebirge Merkurs, das dürre Felsen-Gerippe des Mondes, die Stürme und Meteore des Jupiters, die unzähligen Monde und der Ring

des Saturns, die unverhältnißmäßige Kleinheit der Vesta; alles dieses sind einzelne Züge, wodurch die Kinder einer zahlreichen Familie sich von einander unterscheiden, wenn gleich alle dem Vater ähnlich sind. Sie hindern nicht, daß jenes allgemeine Gemälde, welches die Natur bey der Bildung unsers Planeten-Systems zum Muster genommen hat, immer durchscheint. Jene Familien-Züge bestimmen den Charakter unsers Sonnen-Systems, durch den es sich von dem System des Sirius oder des Arkturs unterscheidet: unter den einzelnen Körpern jedes andern Sonnen-Systems herrscht wahrscheinlich gleichfalls eine Familien-Aehnlichkeit, die aber ganz von der verschieden ist, die wir in dem unsrigen bemerkt haben; und doch wird wieder unter mehreren Systemen, die zu einer Familie, das heißt, zu einer Milch-Straße gehören, eine noch allgemeinere Aehnlichkeit Statt finden, die sie von andern Milch-Straßen oder Nebel-Flecken unterscheidet.

Kann man sich für denkende Wesen einen herrlicheren Genuß vorstellen, als eine solche anatomie comparative, vor der unsere ganze Natur-Geschichte und Physik verschwindet, wie die oberflächliche Betrachtung eines Sand-Korns vor dem Durchwühlen der Cordilleras? Freylich wird diese Vergleichung nicht auf diesen Blättern angestellt werden; aber dürfen wir nicht hoffen, daß einst in dem Buche, von

dem unser jetziges Leben das Titel-Blatt ist, ein Kapitel vom Sirius oder vom Nebel-Flecke Orions vorkommen wird, bey dem wir uns dunkel an die Schicksale erinnern, und über die sogenannten Welt-Begebenheiten lächeln werden, die wir auf unserer ersten Reise durch das Gebiet des Fixsterns, der keinen andern Namen als den unserer Sonne hat, erlebt haben?

Die Kometen.

Ich habe bisher in dem astronomischen Artikel dieser Sammlung gesucht, meinen Lesern die Constitution des großen Reiches, von dem unsere Erde einen der kleinsten Staaten ausmacht, so wie die Gesetze, die ohne Kodex und Kriminal-Höfe in diesem Reiche mit der schärfsten Strenge befolgt werden, zu entwickeln; ich habe sie mit der geographischen Lage und Größe der Residenz so wie der größern und kleinern Provinzial-Städte, mit der Wichtigkeit und dem Einflusse der obersten und jeder untern Behörde, bekannt gemacht; ich habe ihnen sogar über die physische Beschaffenheit und die innere Haushaltung jeder Domäne, des Königs, der Magnaten und ihrer Trabanten, so viel mitgetheilt, als man bis jetzt davon weiß oder vermuthet: und vor nicht langer Zeit glaubten die Astronomen, denen selbst von diesem wenigen ein großer Theil noch unbekannt war, unser ganzes Sonnen-System vollkommen zu kennen. Allein, was wir bisher kennen gelernt haben, das sind nur die Völker dieses Reichs, die so zu sagen bürgerliches Gewerbe treiben, oder sich

vom Ackerbau nähren; es sind nur die glücklichern Klassen, die den Thron umgeben und sich nebst ihren Sklaven an den Sonnen-Strahlen des Hofes erwärmen. Noch giebt es im Innern oder an den äußersten unbekannten Gränzen dieses Reichs, in welche nur schwache Strahlen oder dunkele Gerüchte vom Glanze des Hofes dringen, zahllose Schaaren von Nomaden, die durch ungeheure Wüsten von einander getrennt sind, um ungestört ihr stilles aber weit verbreitetes Gewerbe zu treiben; die, obgleich sie in ihrer unrühmlichen Dunkelheit eine ungebundene Freiheit zu genießen scheinen, doch die Grundgesetze der Monarchie eben so treu befolgen, als jene Höflinge; die gleich den niederen Klassen in jedem Staate, den wahren Reichthum desselben ausmachen; und von denen nur einzelne von Zeit zu Zeit sich dem Throne mit größerer Kühnheit nähern, als die Begünstigtsten des Hofes, um entweder ihre seit Jahrhunderten ersparten Produkte zu Markte zu bringen und ihren angelaufenen Tribut zu entrichten, oder von dem Abfalle der königlichen Tafel sich mit ihren geringen Bedürfnissen auf Jahrhunderte zu versorgen; die vielleicht unbemerkt in der Nähe des Thrones eine reinere Land-Luft verbreiten, und dafür die Ehre haben, einige Wochen die Großen an ihren reich besetzten Tafeln zu unterhalten, und neuen Stoff zum Gespräch am Hofe herzugeben.

Man erräth leicht, daß hier von jenen Welt-

Körpern die Rede ist, die, selbst nachdem die Beobachtungen und Rechnungen der Astronomen den großen Rang, den sie in unserm Sonnen-System einnehmen, festgesetzt haben, doch noch immer den verächtlichen Namen führen, mit welchem die Unwissenheit des Alterthums sie gestempelt hatte. Da sie es wagten in der Nähe des Thrones zu erscheinen, nicht glänzend, gedrechselt und coeffirt, wie es bey Hofe Sitte war, sondern in einen weiten und groben Mantel gehüllt, wie es sich für ihre weite Reise schickt, und mit struppigem Haar und Barte, wie es ihr Nomaden-Leben mit sich bringt, so erhielten sie, gleich den niedern Volks-Klassen oder den freyen Bewohnern der Steppen, die sich in der Residenz zeigen und mit denen man keine nähere Bekanntschaft zu machen wünscht, den Namen der Behaarten oder Bart-Körper (Kometen von dem griechischen Worte Koma, Haar). Die ersten Benennungen der Dinge, besonders solcher, die in der Folge wissenschaftliche Gegenstände geworden sind, zeigen gewöhnlich höchst auffallend den damaligen Zustand und die nachherigen Fortschritte der Kultur; und der Astronomie fehlt es nicht an Beyspielen hievon. Der Name Planet (Irrstern) beweist, wie wenig die ersten Beobachter des Himmels sich in die verwickelten Bewegungen dieser Haupt-Körper unsers Systems finden konnten, und wie wenig Hoffnung sie hatten, Ordnung in dieses Chaos zu bringen; und noch

jetzt lehrt uns die Benennung der Kometen, daß die ältesten Astronomen, weit entfernt, sie für Welt-Körper gleich den Planeten zu halten, oder sich mit der Untersuchung ihrer Bahnen zu beschäftigen, nichts merkwürdiges an ihnen fanden, als ihre sonderbare Gestalt, ihren Bart oder ihren Schweif. Es ist billig, daß man diese Benennung beybehält; sie verkündigt den Triumph der neuern Astronomie über die ältere: denn welche Fortschritte hat die Sternkunde machen müssen, um zu der Kenntniß zu gelangen, daß diese verachteten oder gefürchteten haarigen Körper so sehr den ganzen Raum unsers Sonnen-Systems einnehmen und dessen eigentlichen Reichthum und Bevölkerung ausmachen, daß die Erde und die übrigen Planeten, die man bisher für die Hauptsache ansah, ganz dagegen verschwinden und nur als Splitter zu betrachten sind, mit denen einige leere Fugen ausgeflickt würden, oder als Sprößlinge des Spätjahres, die durch eine neuere Revolution aus der Ur-Sonne hervorschossen, um den Haupt-Pflanzen dieses unermeßlichen Gartens, den Kometen, freyeren Raum zu geben, umherzustreifen.

Um meine Leser zu überzeugen, daß dieses der wahre Gesichts-Punkt ist, aus dem man die Kometen betrachten muß, werde ich zuerst von ihrer Menge, dann von ihren Bahnen und, endlich von ihrer physischen Beschaffenheit reden. Die ersten zwey Gegenstände, da sie zum Gebiete der Mathematik gehören,

lassen sich theils zu völliger Gewißheit, theils zu einem hohen Grade von Wahrscheinlichkeit bringen. Bey dem letztern dürfen wir, wegen der seltenen Erscheinung der Kometen und wegen des undurchdringlichen Nebels der sie unsern besten Fernröhren verhüllt, nur dürftige Resultate erwarten, die desto mehr Anlaß zu physischen Spekulationen oder Träumen geben, die, wenn sie gleich dem Verstande keine Befriedigung gewähren, doch die Phantasie auf eine angenehme und unschuldige Art beschäftigen.

Ihre Anzahl.

Es giebt nur sieben, oder wenn man die in diesem Jahrhundert entdeckten kleinen Körper dazu rechnet, eilf Haupt-Planeten und achtzehn Neben-Planeten unsers Sonnen-Systems, indeß schon über hundert Kometen-Bahnen berechnet sind. Daß aber diese hundert Kometen nur einen sehr kleinen Theil von der ganzen Zahl derer, die wir noch nicht kennen, ausmachen, davon wird man sich leicht überzeugen, wenn man weiß, daß jene hundert nur etwa ein halbes Jahrhundert einschließen. Damit aber die Leser im Stande sind, über die wahrscheinliche Anzahl der Kometen zu urtheilen, muß eine kurze Erzählung der Entdeckung und der Beobachtungen dieser Welt-Körper voraus geschickt werden.

Wollte man in das Verzeichniß der beobachteten Kometen alle diejenigen aufnehmen, die in den Chroni-

ken als solche erwähnt werden, so würde man leicht tausend Kometen zusammen bringen, die seit den ältesten Zeiten den Bewohnern unsers Planeten erschienen sind. Allein man darf nur einen Blick in diese Chroniken werfen, um sich durch die Art, wie sie davon reden, zu überzeugen, daß vielleicht die Hälfte dieser Erscheinungen keine Kometen waren und zum Theil in die Klasse der Mährchen vom feurigen Drachen gehören, der in den Schornstein ein- oder auszieht, oder von den Hexen, die in der Walpurgis-Nacht auf brennenden Besen Stielen ihren Ritt antreten, um auf dem Blocksberge dem Satan ihre Huldigungen darzubringen. Was sagen meine Leser z. B. zu solchen Nachrichten wie folgende, die ich ihnen aus dem Hauptwerke über die Geschichte der Kometen *) zum besten gebe?

„Wien vom 2. May 1665. Es ist sonsten aus „Spanien anhero avisiret worden, das man in Castilia in den Gebürgen, daselbst ein Monstrum gefunden „von 30 Schue lang und 4 hoch, dessen Gestalt wie ein „halber Mensch, Crocodil und Satyr“ (eine sonderbare Zusammenstellung) „mit Hörner gewesen, mit einem „Comet und 4 Buchstaben, alß A. B. G. I. gezeichnetes, wovon mit nechsten ein Abriß erfolgen solle. So „melden auch die extra-ordinarii eingeloffenen Briefe

*) Stanislai de Lubienietz Theatrum Cometicum, 1666. 2 Bände in Folio.

„von Grätz, daß den 24. April daselbsten ein schöner
„Sabel im hellen Tage am Himmel gesehn worden.“

Nach der damals beliebten Denkungsart mußte jeder Komet auf der Erde Unheil anrichten oder verkündigen, und sollte es auch nur in irgend einem Krähwinkel seyn. Es ist in der That lästig, die verschiedenen Ansichten zu betrachten, aus welchen die Menschen jener Zeit, die sich das Leben dadurch verbitterten, daß sie alles von der ernsthaften und traurigen Seite nahmen, diesem Kometen von 1665 sein Prognostikon stellten. Der eine sieht darin lauter politische oder physische Revolutionen; unter jenen findet sich folgende des Datums wegen merkwürdige Weissagung: „den 19. „Oktober wird ein neu Gesetz und Regiment herfürbrechen.“ Unter diesen spielen die Erdbeben eine große Rolle, und der patriotische Prophet fügt folgende Warnung hinzu: „rathen demnach Ew. Kais. Maj. für „Dero Vorsorge, Sie wolten sich nach einem wohl gebav„ten starken Palast oder Residenz umbthun, in einem „finstern Thal gelegen, allenthalben mit Bergen um„geben, etwa 20 Tage aldar sich zu enthalten“ (wovon?). Ein anderer sieht darin die Gefahren, welche die protestantische Kirche bedrohen, wie aus folgendem Schreiben erhellt. „Wißmar vom 8. May 1665. Es „geht eine Rede, daß zu Colberg Fewer vom Himmel „gefallen wäre, und darauf eine Stimme Wehe schrey„ende, gehört worden sey. Gott ist es bekand, was

es

„es wil bedeuten. In der Mark sollen zwischen den „Evangelischen und Reformirten Predigern viel Wie= „derwärtigkeiten fürlaufen. Es scheint leyder, die „Operationen der Kometen lassen sich handgreiflich spü= „ren." Ein dritter nimmt zwar anfangs den Ton ei= nes philosophischen Skeptikers an, kann sich aber doch nicht ganz von den Vorurtheilen seines Zeit=Alters los= reißen, und äußert sich über diesen Kometen folgender= maßen: „Regensburg den 28. May 1665. Daß der „newer Wahrsager oder Astrologorum Propheceyun= „gen so just zutreffen, fundament haben, oder zu „fürchten seyen sollten, glaube ich nicht, und weiß „mein hochgeehrter Herr voran, was ich von derglei= „chen Dingen, und wie ich mich darin halte. Sehe „unterdeß, daß die Pohlnische Sachen je länger je „mehr involviret, und gleichsam inextricabel wor= „den, also daß nichts davon zu schließen. Ich aber „beständig bin und verbleibe meines hochgeehrten Her= „ren dienstwilligster Diener Von Rautenstein."

Ueberhaupt ist dieses Werk ein wahrer Karl von Karlsberg, ein schwarzes Gemälde des menschlichen Elends. Fast kein Jahr vergeht ohne Kometen, die mehrentheils nichts anders als Meteore waren, und kein Komet erscheint, der nicht neues Elend über die Erde bringt; wie die Leser aus folgenden Beyspielen sehen werden. — „Im Jahr Chr. 1200 erschien ein „Komet von der Art derjenigen, die nach Schwefel rie=

„chende Steine herabwerfen.“ — „Im Jahr 1230 ließ „sich ein Komet sehen, der allerley Unglück andeutete, „unter andern das traurige Ende des Fürsten Mesco in „Polen, der von Mäusen, welchen keine menschliche „Kraft, selbst nicht das Wasser und Flüsse widerstehen „konnte, aufgefressen ward.“ — „Im Jahr 1254 „ward ein Komet einige Monate in Deutschland ge„sehen. In der Gegend von Verona warf eine Stute „ein Ungeheuer, welches ein vierfüßiges Thier mit „Menschen-Kopf vorstellte. Da es undeutliche mensch„liche Töne von sich gab, ward es von einem Bauer „mit einem großen Degen umgebracht.“ Ein gemeiner Bauer war also hinlänglich, die Welt von dem großen Unglücke zu befreyen, welches dieser Komet verkündigt hatte. Uebrigens muß dieser Veronische Bauer vor der menschlichen Stimme einen Abscheu gehabt haben, der seinen Landsleuten sonst nicht sehr gewöhnlich ist. — „A. 1303 erschien ein Komet wie „eine Feuer-Säule, die sich herabließ, bald aber wie„der emporstieg.“ — „A. 1314 erschienen am Him„mel zugleich 3 Monde, und ein Komet der sich 3 „Monate sehen ließ.“ (Wahrscheinlich eine Verwechselung der Monate und Monde.) — „A. 1341 er„schien ein Komet, und in Nürnberg brannten 400 „Häuser ab.“ — „A. 1510 erschien ein Komet, von „dem Steine herabfielen, die stark nach Schwefel ro„chen.“ Der zweyte Aerolith. — „A. 1532 ließ

„sich nicht nur ein Komet mit sehr langem Schweife
„sehen, sondern an vielen Orten unzählige Drachen,
„die heerdenweise herumzogen, mit Kronen auf
„dem Haupte, und Schweins-Rüsseln. In der Ge-
„gend von Babylon ward von einer gemeinen Frau ein
„Kind geboren, das sehr schön war, und unnatürlich
„glänzende Augen und Zähne hatte. In seiner Ge-
„burts-Stunde zeigten sich fürchterliche Dinge am Him-
„mel. Um Mitternacht aber erschien plötzlich die
„Sonne so hell wie am Mittage, worauf eine Finster-
„niß folgte, die den ganzen Tag dauerte." Eine wun-
derliche Zusammenstellung einer ganz alltäglichen Be-
gebenheit, nämlich eines schönen Kindes von gemei-
nen Eltern: das Merkwürdigste dabey ist die Korre-
spondenz zwischen den chaldäischen und den europäi-
schen Astronomen des sechszehnten Jahrhunderts. —
„A. 1541 den 21. August ließ sich ein Komet in Ge-
„stalt eines Drachen mit langem feurigen Schweife
„sehen." — „A. 1572 zeigte sich ein neuer Stern in
„der Kassiopeja (der berühmte von Tycho entdeckte
„Fixstern), den man für einen Kometen hielt. In
„demselben Jahre ward die Pariser Hochzeit gefeyert,
„bey welcher mehr Blut als Wein vergossen ward." —

Wenn der Pole Lubienietz zu unserer Zeit gelebt
hätte, welchen Stoff würden ihm die zwey großen Ko-
meten, die wir erlebt haben, gegeben haben, sein lan-
ges Verzeichniß astrologischer Deutungen noch mit einer

wirklich merkwürdigen zu vermehren! Keiner meiner Leser wird sich erinnern, in seinem Leben mehr als zwey große Kometen gesehen zu haben: einen, der im Anfange des Augusts 1769 zuerst erschien, und mit seinem Schweife, der sich über den vierten Theil des Himmels ausstreckte, der Erde Gräuel und Elend verkündigte; und dann den welchen wir alle gesehen haben. Dieser letztere erschien im Jahre 1811 in seinem schönsten Glanze; in dem merkwürdigen Jahre 1812 zeigte er sich noch einmal in Rußland (denn nur hier allein ward er beobachtet, und die französischen Astronomen, die wegen ihres günstigeren Himmels größere Ansprüche an seine Erscheinung hatten, erwarteten ihn vergebens), erlosch aber so schnell wie er erschienen war, und verschwand nach einigen Wochen ganz, aber ohne Schweif, vielleicht auch ohne Kopf. Schon ist er, gleich so vielen großen Kometen, der Vergessenheit übergeben, und die Astronomen oder Politiker beschäftigen sich jetzt nur noch damit, seine vorübergehenden Querzüge, die in den Zeiten des Aberglaubens den Untergang großer Reiche gedrohet haben würden, und diese Wirkung vielleicht auch jetzt auf manche furchtsame Seele hatten, durch ihre Rechnungen oder Beyträge in Ordnung zu bringen, und dann wieder den alten ruhigen Gang des Himmels oder der Erde zu beobachten. Hier hätte der gute Lubienietz nicht nöthig gehabt, ein Kind mit scharfen Zähnen, von geringer

Herkunft, in Babylon aufzusuchen: er hätte es weit näher haben können.

Die Leser werden durch die hier mitgetheilten Proben hinlänglich überzeugt seyn, wie wenig man sich auf diese älteren Angaben verlassen kann, wenn nicht zugleich die Dauer der Sichtbarkeit und die Bewegung solcher Erscheinungen angegeben ist. Jedes leuchtende Phänomen, das nicht genau so aussah wie die Sterne oder die Planeten, hieß damals ein Komet; und nur durch die Fortschritte der neuern Sternkunde war es möglich, die wahren Kometen vom Zodiakal-Licht, von Nebel-Sternen, neuen oder veränderlichen Sternen, Nordlichtern, Aerolithen, und andern Meteoren zu unterscheiden. Im Alterthume wurden solche Erscheinungen nur begafft, nicht astronomisch beobachtet, nur als Gegenstand der Neugierde, nicht der wissenschaftlichen Untersuchung angesehen. Der schärfsten Nachsuchungen unerachtet, die man zu unsern Zeiten angestellt hat, ist es nicht möglich gewesen, vor dem sechszehnten Jahrhundert mehr als zehn aufzufinden, die den Namen eines Kometen mit Recht verdienen, oder deren Stellung und Bewegung genau genug angegeben ist, um ihre Bahnen darnach zu berechnen. Die Geschichte der Beobachtung der Kometen läßt sich hauptsächlich in drey Perioden eintheilen, die scharf genug von einander abgeschnitten sind.

In der ersten Periode, die von den frühesten

Zeiten der Geschichte bis zur Herstellung der Wissenschaften im fünfzehnten und sechszehnten Jahrhundert fortläuft, findet man nur diejenigen Kometen aufgezeichnet, die durch ihr fürchterliches Ansehen die Welt, nach damaliger Denkungsart, in Angst und Erstaunen setzten, und selten etwas anders bemerkt, als ihre Gestalt und die Größe ihres Schweifes. Dieses ist das fabelhafte Zeit-Alter, wo man vergebens Nachrichten von den unzähligen Kometen sucht, die nur von dem Auge des Astronomen bemerkt, am Himmel umher irren, und wo oft die schärfste Kritik nicht im Stande ist, die ächten Kometen von anderen ganz heterogenen Erscheinungen zu unterscheiden. Obgleich diese Periode, wie jedes fabelhafte Zeit-Alter, für die eigentliche Geschichte vom geringem Nutzen ist, so lehrt sie uns doch, daß, sowie auf der Erde, auch am Himmel damals es eben so zuging als jetzt, und daß jene Zeit an Kometen nicht ärmer war als die unsrige.

Die zweyte Periode fängt mit dem Ende des sechszehnten Jahrhunderts an, und erstreckt sich bis in die Mitte des achtzehnten. In diesem Zeitraume behandelte man zuerst die Kometen wie Welt-Körper: Männer wie Tycho, Kepler, Newton, Halley, u. s. w. beobachteten ihre Bewegung, um ihre Bahnen zu berechnen; und die Sorgfalt, womit man den Himmel mit guten Fernröhren durchmusterte, um genaue Stern-Karten zu entwerfen, veranlaßte die Entdeckung man=

cher Kometen, die sich sonst, wie in den früheren Zeiten, unbemerkt davon geschlichen haben würden. Die Beobachtungs-Kunst machte große Fortschritte, und die Zahl der entdeckten Kometen nahm mit jedem Decennium zu, bis sie in der letzten Hälfte des achtzehnten Jahrhunderts vielleicht ihr Maximum erreichte.

In der dritten Periode, die noch jetzt fortdauert, wurden die Kometen mit den vollkommensten Fernröhren und unermüdetem Fleiß, nicht nur beobachtet sondern aufgesucht; und eine reiche Aerndte belohnte die Arbeit vieler durchwachten Nächte.

Eine oberflächliche Vergleichung dieser Perioden zeigt auf eine auffallende Art, wie mit der größeren Aufmerksamkeit, die man auf die Beobachtung des Himmels wandte, mit der größeren Menge von Beobachtern, mit der Verbesserung der Instrumente und der Methoden, zugleich die Zahl der Kometen von Jahr zu Jahr ununterbrochen zunimmt; und der jetzige Zustand dieser Wissenschaft, besonders ihres praktischen Theils, läßt erwarten, daß dieses noch in größerem Verhältnisse fortdauern werde. Es wäre wohl sehr überflüssig zu bemerken, daß die Ursache hievon nicht eine wirkliche Vermehrung der Kometen ist: die Natur bleibt sich immer gleich, und einzelne unfruchtbare Jahre abgerechnet, die auch in der neuern Kometen-Geschichte vorkommen, würde die Aerndte immer gleich

ergiebig ausgefallen seyn, wenn es nicht an Schnittern gefehlt hätte.

In der ersten langen Periode von vier- oder fünftausend Jahren bis zum Anfange des sechszehnten Jahrhunderts, finden sich nur zehn oder eilf wirklich beobachtete Kometen, deren Bahnen man einigermaßen hat berechnen können. Im sechszehnten Jahrhundert sind so viele wie in jener ganzen Periode beobachtet, nämlich zehn; im siebzehnten Jahrhundert zweymal so viele; in den ersten vierzig Jahren des achtzehnten Jahrhunderts achte; so daß in dieser zweyten Periode ungefähr alle fünf Jahre ein Komet beobachtet ist. In den sieben Jahren von 1742 bis 1748 sind sieben beobachtet. Nun erfolgte ein achtjähriger Mißwachs bis 1757, der in der Geschichte der neuern Astronomie wirklich ein sonderbares und nicht leicht zu erklärendes Phänomen ist. Vom Jahre 1757 aber bis 1814 sind 58 Kometen beobachtet, welches die Zahl der Jahre noch übertrifft. In dieser letzten Periode ist also im Durchschnitte wenigstens ein neuer Komet in jedem Jahr entdeckt, und aller Wahrscheinlichkeit nach wäre in jeder andern Periode die Zahl der entdeckten Kometen nicht geringer gewesen, wenn man den Himmel, wie jetzt, in der Absicht diese Welt-Körper zu suchen, mit eben dem Fleiße, und mit so vollkommenen Instrumenten beobachtet hätte. In den letzten zehn bis zwanzig Jahren sind sogar

jährlich zwey, auch wohl drey Kometen beobachtet und berechnet worden.

Das erste Factum, welches bey der Berechnung der Anzahl der Kometen zum Grunde gelegt werden kann, wäre demnach, daß jedes Jahr ein neuer Komet erscheint. Diese Hypothese würde freylich eine Menge von Kometen geben, die bis in das Unendliche ginge, wenn die Periode, in welcher neue Kometen erscheinen, durch nichts eingeschränkt, oder mit dem Weltall von gleicher Dauer wäre; allein die Natur der Sache selbst setzt ihr Gränzen. Da hier nur von den Kometen unsers Sonnen-Systems die Rede seyn kann, und nicht etwa von Fremdlingen, die im Weltraum umher irren, oder einer andern Sonne entflohen, sich in das Gebiet der unsrigen verloren haben, so hat jeder dieser Welt-Körper seine bestimmte Umlaufs-Zeit, nach deren Verlauf er sich zum zweyten Male der Sonne nähert, und in dem Verzeichnisse der beobachteten Kometen aufgenommen wird, ohne ihre wirkliche Anzahl zu vermehren. Zwar ist es sehr schwer, die Umlaufs-Zeiten der Kometen, in denen ohne Zweifel eine große Verschiedenheit Statt findet, im allgemeinen zu bestimmen; doch wird sich auch hier ein gewisses Mittel angeben lassen.

In der ganzen Reihe beobachteter Kometen giebt es nur vier, von denen es wahrscheinlich ist, daß sie schon mehrmals beobachtet sind, und eine Periode von

76, 128, 292, und 575 Jahren haben; wozu man noch den großen Kometen von 1811 setzen kann, der seinen Umlauf in 3000 Jahren zu verrichten scheint. Der Komet von 1819, der seinen Umlauf um die Sonne in drey bis vier Jahren macht, ist eine einzelne Ausnahme, auf die wir bey dieser Rechnung um so weniger Rücksicht nehmen können, da er vielleicht ein Glied der Familie der vier neuen Planeten ist. Nach diesen wenigen Thatsachen darf man annehmen, daß im Durchschnitte die Kometen nur erst nach fünfhundert Jahren zur Sonne zurückkehren. Rechnet man also einen Kometen auf jedes Jahr, so folgt, daß überhaupt wenigstens fünfhundert wirklich verschiedene Kometen auf der Erde sichtbar gewesen sind; und dieses ist auch in der That die Zahl der beobachteten Kometen, die in den historischen Nachrichten aller Völker und Zeit-Alter, nachdem die Kritik alle Phänomene, die etwas anders als Kometen gewesen zu seyn scheinen, ausgeschlossen hat, überbleiben. Um indessen allem Zweifel zuvor zu kommen, wollen wir nur vierhundert annehmen, die auf der Erde wirklich gesehen sind: dies ist die Basis, aus der die Anzahl aller Kometen hergeleitet werden soll, nämlich mit Einschließung derjenigen, die auf der Erde nicht beobachtet sind oder nicht beobachtet werden können, obgleich sie eben sowohl zu unserm Sonnen-System gehören, wie die Erde. Um diese Rechnung zu

führen, muß man untersuchen, was für Umstände dazu gehören, daß ein Komet auf der Erde wirklich gesehen wird, und unter welchen Umständen er den Erd-Bewohnern unsichtbar bleiben muß.

Ohne Zweifel giebt es eine Menge Kometen, die der Sonne niemals nahe genug kommen, um auf der Erde, die einer der nächsten Planeten ist, sichtbar werden zu können; und hieher kann man alle diejenigen rechnen, die sich der Sonne nicht so weit nähern wie Mars: denn unter den hundert Kometen-Bahnen, die bis zum Jahr 1812 berechnet sind, giebt es nur vier, deren Sonnen-Nähen zwischen den Bahnen des Mars und des Jupiters liegen; die übrigen 96 kamen der Sonne näher als Mars. Alle Körper unsers Systems lassen sich demnach in zwey Haupt-Klassen eintheilen, nämlich in solche, deren Sichtbarkeit auf der Erde möglich oder unmöglich ist, in die sichtbaren und die unsichtbaren. Allein nicht alle Kometen, deren Sichtbarkeit möglich ist, sind deswegen auch wirklich gesehen; und die zur Basis angenommene Zahl 400 begreift bloß die wirklich auf der Erde beobachteten: hiezu werden noch folgende günstige Umstände erfodert.

1) Der Komet muß um die Zeit seines Periheliums, welches die einzige mögliche Epoche seiner Sichtbarkeit ist, eine solche Lage gegen die Erde haben, daß er nicht durch die Sonnen-Strahlen unsern Au-

gen entzogen wird, das heißt, daß er nicht mit der Erde und der Sonne in gerader Linie steht, oder mit andern Worten, er uns nicht bey Tage sondern bey Nacht über dem Horizonte stehe. 2) Die Nächte, in denen er erscheint, müssen nicht trübe seyn. 3) Er muß so weit vom Süd-Pol entfernt seyn, daß er auf der nordlichen Halb-Kugel der Erde, wo bis jetzt allein solche Beobachtungen, mit wenigen Ausnahmen, angestellt wurden, sich wirklich über den Horizont erhebt, und zwar hoch genug, um nicht von den Dünsten des Horizontes bedeckt zu werden. Da durch das ganze Jahr die Tage mit der Dämmerung einen beträchtlich größeren Zeitraum einnehmen als die Nächte, da es ferner, wenigstens in dem Theile von Europa, wo es Sternwarten giebt, der trüben Nächte mehr giebt als der heitern, so müßte man sowohl wegen der ersten als der zweyten Bedingung die Zahl der beobachteten Kometen verdoppeln, also in allem viermal so groß nehmen, um die Zahl derer zu finden, die sich zwar der Erde zeigten, aber unbemerkt vorüber gingen. Verbindet man mit der dritten Bedingung noch die Bemerkung, daß die Kometen mehrentheils so klein sind, daß wahrscheinlich die größere Hälfte, unerachtet des großen Fleißes der Astronomen, doch unbemerkt geblieben ist, weil das Fernrohr nicht gerade auf die Stelle gerichtet ward, wo ein Komet sich befand, oder weil sein Licht sich zu we-

nig von den ihn umgebenden kleinen Sternen unterschied; so wird man obige Zahl noch einmal verdoppeln, also mit 8 multipliciren müssen. Wir wollen sie aber, um ganz sicher zu gehen, nur mit 5 multipliciren, so daß die Zahl aller auf der Erde sichtbaren Kometen 5 mal 400 oder zweytausend beträgt.

Um nun hieraus die ganze Anzahl aller Kometen unsers Sonnen-Systems herzuleiten, müßte man das Verhältniß der zweytausend Kometen, die der Sonne näher als Mars kommen, zu denjenigen, deren Sonnen-Nähen außerhalb der Mars-Bahn liegen, bestimmen; und hiezu ist kein anderes Mittel, als zu untersuchen, was die Erfahrung uns über die Vertheilung der Kometen-Bahnen überhaupt lehrt. Wir werden in der Folge sehen, daß die Richtung, nach welcher diese Welt-Körper sich bewegen, sowie die Größe, Figur, und Lage ihrer Bahnen, auf keine Art, wie es bey den Planeten der Fall ist, eingeschränkt ist, sondern daß sie das Sonnen-System in allen seinen Theilen, nach allen denkbaren Richtungen, und mit allen möglichen Geschwindigkeiten durchkreutzen, so daß ihre Bahnen vollkommen gleichförmig vertheilt, oder jeder Theil des Raumes in gleichem Grade benutzt zu seyn scheint. Legt man diesen Erfahrungs-Satz, der der Oekonomie der Natur vollkommen gemäß ist, zum Grunde, so darf man nur den Raum, in dem eine bekannte Anzahl Kometen ihre Sonnen-Nähen hat, mit dem ganzen Raum unsers

Planeten-Systems vergleichen, um sich eine richtige Vorstellung von der Menge dieser Welt-Körper zu machen.

Unter den hundert berechneten Kometen-Bahnen giebt es 21, oder den fünften Theil, deren Sonnen-Nähen innerhalb der Merkurs-Bahn liegen: unter zweytausend wird es also 400 geben. Nun lehrt die Geometrie, daß, wenn die Perihelien der Bahnen gleichförmig vertheilt sind, in der doppelten Entfernung von der Sonne viermal, in der dreyfachen Entfernung neunmal so viele Raum haben, als in der einfachen Entfernung, oder überhaupt, daß ihre Menge in verschiedenen sphärischen Räumen um die Sonne sich verhält, wie die Quadrate der Halbmesser dieser Räume; und dies kömmt auch in der That mit dem überein, was die Erfahrung uns über die Vertheilung der Sonnen-Nähen der Kometen innerhalb der Bahnen des Merkurs, der Venus, der Erde, und des Mars, lehrt. Zwar kennen wir die Gränzen unsers Sonnen-Systems nicht; um aber nichts in unserer Rechnung zu übertreiben, wollen wir die Sonnen-Nähen der Kometen nicht über die Gränzen der uns bekannten Planeten ausdehnen. Der fernste dieser Planeten, Uranus, ist fünfzigmal so weit von der Sonne entfernt als Merkur, wovon die Quadratzahl 2500 ist. Dieses mit der Anzahl der Perihelien innerhalb der Merkurs-Bahn (400) multiplicirt, giebt eine Million Kometen, die

der Sonne näher kommen als der äußerste uns bekannte Planet.

So groß diese Anzahl beym ersten Anblick scheinen mag, so ist sie doch vielleicht noch weit von der wahren Anzahl der Welt-Körper entfernt, welche die unbekannten Gränzen des ungeheuren Raums erfüllen, den wir unser Sonnen-System nennen: denn was für Grund haben wir zu glauben, daß alle Kometen sich der Sonne mehr nähern als Uranus? Der Grundsatz, auf den die ganze obige Rechnung gebaut ward, ist der, daß die Natur keinen Raum unbenutzt gelassen hat, oder vielmehr, daß der Raum wohin unser Auge nicht dringen kann, in eben dem Verhältniß angefüllt ist, wie der den wir vor uns sehen: ein Grundsatz, für dessen Wahrheit die äußern Sinne nicht weniger bürgen, als der innere Sinn des Geistes der in uns wohnt. Zwischen unsrer und der nächsten Sonne, die wir Sirius oder Arktur nennen, ist eine Entfernung von zwey- oder dreyhundert Tausend Halbmessern der Erd-Bahn: um also weder uns noch unsern Nachbarn zu nahe zu treten, müssen wir annehmen, daß unser Sonnen-System einen sphärischen Raum einnimmt, dessen Halbmesser wenigstens hundertausendmal so groß ist als die Entfernung der Erde von der Sonne. Es läßt sich freylich vermuthen, daß die Natur, mit einer Weisheit, welche vielleicht die verfeinerte Staatskunst auf unserm Planeten einst nachahmen wird, an der Gränze des

Reiches einer jeden Sonne, sowie jeder kleineren und größeren Systeme, einen großen Strich wüst oder leer gelassen hat, um ewigen Frieden und Ruhe zwischen den benachbarten Reichen zu erhalten, deren Fürsten sich sonst zu nahe kommen, und durch ihre Begierde alles an sich zu reißen (vulgo Attraction genannt) gegenseitige Neckungen anfangen würden, welche unabsehbare Unordnungen zur Folge haben könnten. Wenn aber auch die Natur so freygebig gewesen wäre, die Hälfte des sphärischen Raums von jedem Sonnen-System diesem Zweck aufzuopfern, so würde doch noch für unser System eine Sphäre von 80000 Halbmessern der Erd-Bahn überbleiben, die von Welt-Körpern bewohnt seyn könnte, ohne daß man befürchten dürfte, daß einer davon in das Gebiet einer andern Sonne entweichen, oder in seinem Lauf um unsere Sonne gestört würde. Die Entfernung der äußern Planeten, auf welche wir die Sonnen-Nähen der Kometen beschränkt haben, beträgt nur neunzehn Halbmesser der Erd-Bahn, also noch nicht den viertausendsten Theil jener Gränze. Ein Komet, der zu einer Reise um die Sonne dreytausend Jahre gebraucht, und dabey eine äußerst eccentrische Bahn hat, würde sich doch nur um vierhundert Halbmesser der Erd-Bahn, oder 21 mal weiter als Uranus von der Sonne entfernen, und ein Umlauf von zehntausend Jahren würde etwa die doppelte Entfernung erfodern. Ein Welt-Körper, der wirklich die

äußerste

äußerste Gränze des bewohnten Theils unsers Sonnen-Systems (80000 Halbmesser der Erd-Bahn) erreichen sollte, würde, wenn seine Bahn dem Kreise sehr nahe käme, 22 Millionen Jahre zu einem Umlauf um die Sonne gebrauchen, aber nur acht Millionen, wenn seine Bahn im hohen Grade eccentrisch wäre.

Solche Betrachtungen, die sich auf die ewigen Gesetze der Natur, auf die durch unzählige Erfahrungen bestätigten Keplerschen Gesetze gründen, machen es wahrscheinlich, daß es in unserm Sonnen-System unzählige Körper giebt, die zum Theil mehrere Millionen unserer Jahre gebrauchen, um ein einziges ihrer Jahre zu vollenden; sie werden uns aber zugleich von der Wahrheit der Bemerkung überzeugen, womit dieser Artikel angefangen ward, daß die Kometen die eigentliche Bevölkerung unsers Sonnen-Systems ausmachen, gegen welche das ganze Gefolge unserer Planeten mit ihren Trabanten nur als ein Sand-Korn anzusehen ist, das sich in dieses Räder-Werk eingedrängt hat. Sie, und nicht die Planeten, sind die vornehmsten Körper unsers Systems, und verdienen es daher wohl, daß wir ihre Bewegung, und alles was sich an ihnen beobachten läßt, genauer untersuchen.

Ihre Bahnen.

Jahrtausende waren verflossen, und vierhundert Kometen waren beobachtet, ehe man daran dachte, ihre

Bahnen zu bestimmen, oder es nur ahnte, daß ihre Bewegung regelmäßig und bestimmten Gesetzen unterworfen sey. Wie hätte man auch hieran denken können, so lange man diese Welt-Körper für abentheuerliche Spiele des Zufalls, für bösartige Excretionen der Natur, für Ausflüsse aus unserer Atmosphäre oder der Sonne ansah, so lange man die Gesetze noch nicht kannte, nach denen die Erde und die Planeten sich bewegen, so lange man endlich noch nicht im Stande war, die Entfernungen der Welt-Körper zu bestimmen? Nur vor etwa zweyhundert Jahren, nachdem den Wissenschaften eine neue Morgenröthe aufgegangen war, fing man an, sich mit den Kometen-Bahnen zu beschäftigen, und fand, wie es gewöhnlich geht, nur durch Irrthümer den Weg zur Wahrheit. Selbst der große Entdecker der Gesetze der himmlischen Bewegungen, Kepler, ahnete noch nicht, daß auch diese Vagabunden seinem Gesetz-Buche unterworfen wären, und beging die Inconsequenz, ihre Bahnen für gerade Linien zu halten: sogar noch in der Folge, als man schon eine richtigere Ansicht der Sache hatte, bediente man sich dieser Hypothese wegen ihrer leichteren Rechnung, als eines ersten Versuchs, um einen beyläufigen Ueberschlag von der wahren Lage der Kometen-Bahn zu machen. Keplers Vorgänger, Tycho, hatte sich in der That weiter von der Wahrheit entfernt, indem er die Kometen-Bahnen als Kreise behandelte; und es ist merkwürdig,

daß die ersten astronomischen Hypothesen gerade auf die zwey Extreme fielen, zwischen welchen die Wahrheit, wie gewöhnlich, in der Mitte lag: ein zusammengedrückter Kreis wird zur Ellipse, die immer länglicher wird, bis sie endlich in eine gerade Linie zusammenschrumpft.

Bald indessen konnte man es sich nicht verhehlen, daß die Bewegung der Kometen, besonders nahe bey dem Perihelium, von der geraden Linie abwich und sich merklich krümmte. Doch war es nicht zu erwarten, daß sogleich der Sprung von der geraden Linie zur Ellipse gemacht wäre: man begnügte sich anfänglich mit der einfachsten krummen Linie, die weniger von der geraden Linie abweicht, nämlich der Parabel; und noch jetzt, obgleich man weiß, daß die Kometen nicht in Parabeln laufen, gebraucht man zur Erleichterung der Rechnung diese krumme Linie als eine Hypothese, die auch wirklich in den meisten Fällen der Wahrheit so nahe kommt, als es die Beobachtungen erlauben. — Nachdem endlich Newton geometrisch bewiesen hatte, daß die Keplerschen Gesetze nicht, gleich so vielen andern, aus Willkühr oder Laune gewählt, sondern in den wesentlichen Eigenschaften der Körper-Welt gegründet sind, so sprach er auch über die Kometen das Urtheil, von dem keine Appellation mehr Statt findet, daß sie sich gleich allen Welt-Körpern nach diesen Gesetzen bewegen, und — wiewohl dieses nicht unmittel-

bar daraus folgte — gleich den Planeten, Ellipsen um die Sonne im Brennpunkte beschreiben.

Alle Körper, die zum Gebiete der Sonne gehören oder sich dahin verirren, folglich auch die Kometen, sie mögen kommen woher sie wollen, müssen nach den ewigen Gesetzen der Schwere, die Kepler entdeckte und Newton bewies, Bahnen um die Sonne beschreiben. Der Buchstabe dieser Gesetze schreibt vor, daß jede dieser Bahnen ein Kegelschnitt ist, in dessen Brennpunkte die Sonne sich befindet, aber nicht, was für eine Art von Kegelschnitt: dieses leztere hängt von zufälligen Umständen ab, und namentlich von der Geschwindigkeit, die der Welt-Körper in einer gewissen Entfernung von der Sonne gehabt hat, oder mit der er im ersten Anfange seines Daseyns fortgeschleudert ist.

Es giebt überhaupt vier oder fünf verschiedene Kegelschnitte, die aber nicht alle gleich passend für Welt-Körper sind, auch nicht alle mit derselben Leichtigkeit entstehen können. Der erste ist die gerade Linie, die in der That zuerst bey der Berechnung der Kometen-Bahnen zum Grunde gelegt ward, die aber gar nicht in den Plan der für die ewige Erhaltung ihrer Werke besorgten Natur paßt, weil ein Welt-Körper, der in gerader Linie läuft, keinen einzigen Umlauf um die Sonne verrichten kann, sondern sich mit beschleunigter Geschwindigkeit in die Sonne stürzt, um nie wieder zu erscheinen, und so freylich diesen Zentral-

Körper zu bereichern, vielleicht aber auch große Zer-
üttungen auf ihm anzurichten: die geradlinige Bahn
st nämlich nichts anders, als eine Ellipse oder Para-
bel, deren Perihelium die Sonne selbst ist. Allein auch
ohne alle Rücksicht auf die Zwecke einer uns verborge-
nen Weisheit, ist die gerade Linie weniger möglich oder
wahrscheinlich als andere Kegelschnitte. Es wird näm-
lich dazu erfodert, daß der Welt-Körper entweder in
vollkommener Ruhe war, als die anziehende Kraft der
Sonne zuerst auf ihn wirkte, oder daß die Richtung,
in welcher er durch den Welt-Raum geschleudert ward,
genau durch den Mittelpunkt der Sonne ging. Von
allen möglichen Richtungen und Geschwindigkeiten aber,
worin wir uns die ursprüngliche Bewegung eines Welt-
Körpers denken können, ist diese Richtung, so wie die
vollkommene Ruhe, oder die Bewegung, deren Ge-
schwindigkeit Null ist, nur ein einzelner Fall, so wie in
der unendlichen Reihe der Zahlen die Null nur eine
Stelle einnimmt. Mit andern Worten: es giebt un-
zählige Fälle, in denen der Planet sich befunden haben
kann, gegen die zwey Fälle der Ruhe oder der Bewe-
gung gerade in die Sonne; es ist also unendlich wahr-
scheinlicher, daß ein Planet oder Komet in einer krum-
men Linie um die Sonne läuft, als daß er in gerader
Linie auf sie herabstürze. — Eben so verhält es sich
mit zwey andern Kegelschnitten, dem Kreise und der
Parabel; und ich glaube meinen Lesern keine Lange-

weile zu verursachen, wenn ich diesen Gegenstand, der einen der schönsten Theile der Geometrie und der Astronomie ausmacht, etwas mehr auseinander setze.

Der größte Theil der feinen Welt, der sich auch nie um die Mathematik bekümmert hat, ist doch mit einigen der geometrischen Figuren und Körper sehr vertraut, z. B. mit den länglichen Rechtecken, die mit allerley Figuren bemalt, in den Abend-Stunden den Fingern eine so heilsame Bewegung, und dem Geist eine so lehrreiche Unterhaltung geben; mit den Cuben oder Würfeln, die auf der grünen Ebne dahinrollend, für einen zu solchen Untersuchungen aufgelegten Kopf so unwiderstehliche Reitze haben, daß sie schon Manchen, der sich zu sehr mit ihren Eigenschaften und Verhältnissen beschäftigte, um Vermögen, Ehre, Gesundheit und Verstand gebracht haben; mit den Cylindern, die mit dem Safte des Malzes oder der Trauben angefüllt, noch oft den ermüdeten Geist, aus dem behaglichen zwischen Schlaf und Wachen wankenden Zustand, zu neuer Aufmerksamkeit reitzen. Zu diesen allgemein bekannten Körpern konnte man wenigstens ehemals auch den Kegel und die Kugel rechnen, deren Unterhaltung vor jenen wenigstens den Vorzug der freyen Luft hatte; vom Kegel giebt indessen ein gewöhnliches umgestürztes Wein-Glas, dem, wie es bey diesen Untersuchungen über die Natur des Cylinders oder des Kegels sich oft er-

eignet, der Fuß abgeschlagen ist, eine noch deutlichere Vorstellung. Aus ihm hat das Genie der Griechen die Theorie der Kegelschnitte entwickelt, die einen so wichtigen Theil der Geometrie und der neuern Sternkunde ausmachen.

Man denke sich nun einen solchen Kegel, der auf seiner kreisförmigen Basis steht, und sich oben in eine Spitze endigt, so daß alle gerade Linien, die von dieser Spitze nach irgend einem Punkt der Basis gezogen werden, ganz in die Oberfläche des Kegels fallen und dieselbe bilden; man stelle sich ferner vor, daß dieser Kegel, den die Einbildungs-Kraft über die Basis hinaus in das Unendliche verlängern muß, von einer Ebne in allen möglichen Richtungen durchschnitten wird: so erhält man, durch die Aenderung der Lage dieser Ebne, alle verschiedenen Arten der Kegelschnitte. Geht die schneidende Ebne durch die Spitze selbst, so entstehen, wie man eben gesehen hat, zwey gerade Linien. Liegt die schneidende Ebne genau mit der Basis parallel, so bildet sie gleich dieser einen Kreis. Hat sie eine solche Lage, daß sie mit einer geraden Linie in der Oberfläche des Kegels durch seine Spitze und Basis genau parallel ist, so kann sie diese Linie nie schneiden: es bleibt also immer ein Theil des Kegels, wenn man auch die schneidende Ebne unendlich erweitert, in der Gegend dieser parallelen Linie offen, die Ebne schnei-

det keinen bestimmten Theil des Kegels völlig ab, die durch den Schnitt entstandene Figur bleibt nach dieser Seite hin so unbestimmt wie der Kegel selbst, und kann sich nicht schließen; es entsteht also ein Kegelschnitt, der sich in das Unendliche ausdehnt, ohne eine zusammenlaufende Linie zu bilden, und den man Parabel nennt. — Die geometrische Entstehung dieser drey Kegelschnitte erfodert also eine ganz bestimmte Lage: die schneidende Ebne muß entweder durch die Spitze des Kegels gehn, oder sie muß mit seiner Basis, oder mit einer geraden Linie in seiner Oberfläche parallel seyn; und wir werden sehen, daß auch ihr physischer oder mechanischer Ursprung, ihr Daseyn im Welt-System, einen ganz bestimmten einzelnen Fall voraussetzt. Für den denkenden Geist ist dieses Zusammentreffen der heterogensten Theile der Mathematik ein desto genußreicherer Gegenstand, je seltener es in andern Wissenschaften ist.

Es sind nun noch zwey Kegelschnitte übrig, die bey allen möglichen Lagen der schneidenden Ebne, jene drey Lagen ausgenommen, entstehen können. Man nehme einen bestimmten Punkt in der Oberfläche des Kegels willkührlich an, durch den die schneidende Ebne, welche Lage sie auch sonst haben mag, beständig durchgeht, so daß sie sich, um ihre Lage zu ändern, um diesen festen Punkt dreht. In dem Augenblicke da sie der Basis parallel ist, entsteht ein Kreis. So

wie man aber diese Lage im geringsten ändert, die schneidende Ebne mag sich nun um jenen Punkt nach oben (der Spitze) oder nach unten (der Basis) hindrehen, so entstehen Ellipsen, die desto länglicher, eingedrückter oder eccentrischer werden, je weiter die schneidende Ebne sich dreht, oder sich von der parallelen Lage, die den Kreis bildete, entfernt: es giebt ihrer also eine unzählige Menge gegen einen Kreis, weil aus der geringsten Aenderung in ihrer Lage eine neue Ellipse entsteht. Diese Ellipsen dauern so lange fort, bis man die schneidende Ebne entweder nach oben so weit gedreht hat, daß sie ganz aus dem Kegel heraustritt, indem sie ihn bloß berührt und zur geraden Linie wird, oder nach unten so weit, daß sie nach dieser Richtung hin sich nicht mehr schließt, weil sie der geraden Linie in der Kegel=Fläche, die dem Punkt, um welchen die Ebne sich dreht, entgegensteht, parallel geworden ist, mithin aus der Ellipse eine Parabel wird.

Dreht man die schneidende Ebne noch weiter über diese parallele Lage oder die Parabel hinaus, so sieht man leicht, daß sie den Kegel nach unten hin eben so wenig schließen kann: es entstehen nun Hyperbeln, die gleich der Parabel, keine geschlossenen oder in sich selbst zusammenlaufenden Linien sind, die mehr oder weniger eingedrückt oder eccentrisch werden, nachdem sie sich mehr oder weniger von der Parabel ent=

fernen, und deren es, so wie der Ellipsen, eine unzählige Varietät giebt, weil jede Verrückung der schneidenden Ebne andere Hyperbeln giebt.

Man sieht hieraus, daß es unzählige Lagen der schneidenden Ebne giebt, aus denen Ellipsen oder Hyperbeln entstehen können, gegen eine einzige, die den Kreis oder die Parabel hervorbringen kann; man sieht ferner, daß die Parabel die Scheidewand ist, welche die Ellipsen von den Hyperbeln trennt, oder das einzelne Glied, welches beyde Ketten verbindet; daß also die Parabel die Gränze ist, der die Ellipsen sich nähern, wenn ihre Eccentricitäten ins Unendliche zunehmen; oder mit andern Worten, daß man die Parabel als die letzte aller möglichen Ellipsen, als eine Ellipse von der größten möglichen Eccentricität ansehen kann, deren große Axe also unendlich ist, indem die kleine Axe eine mäßige Größe behält. Man sieht endlich, daß der Kreis die Ellipsen, die oberhalb und die unterhalb fallen, von einander trennt, und in der Mitte zwischen ihnen liegt, so daß er in der unendlichen Kette von Ellipsen ein einzelnes Glied ausmacht; wir werden bald sehen, daß diese zweyerley Arten von Ellipsen, die durch den Kreis von einander getrennt sind, auch astronomisch betrachtet wesentlich von einander verschieden sind. Um meine Leser durch diese geometrische Betrachtungen nicht zu er-

müden, wollen wir nun die Kegelschnitte aus einem astronomischen Gesichtspunkte betrachten.

Durch das allmächtige Band der Attraction, und durch das Gesetz, nach welchem der Urheber der Natur dieses Band gespannt hat, ist jeder Welt-Körper, welcher der Sonne nahe genug kömmt, gezwungen einen Kegelschnitt zu beschreiben, dessen Brennpunkt die Sonne einnimmt. Was für eine Art von Kegelschnitt aber aus seiner Bahn wird, ob ein Kreis, eine Parabel, eine Hyperbel, oder eine Ellipse, und im letzten Falle, wie sehr die Ellipse sich vom Kreise oder von der Parabel entfernt, wie groß ihre Eccentricität ist, das hängt nicht von den ewigen Natur-Gesetzen allein, sondern von den zufälligen, oder den von der unendlichen Weisheit vorgeschriebenen Umständen ab, unter welchen der Welt-Körper sein Daseyn oder seine Bewegung anfing, und namentlich von der ursprünglichen Richtung und Geschwindigkeit, die ihm in einer gewissen Entfernung von der Sonne mitgetheilt war. Dieser Augenblick, den keine Rechnung, den nicht die tiefste Kenntniß der Natur und der Mechanik, den nur das Wort der Allmacht bestimmen konnte, entschied über das Schicksal jedes Welt-Körpers für die Ewigkeit; aber diese Schicksale der Welt-Körper, oder ihre Bewegungen im Sonnen-System, sind von der Art, daß eine einzige Begebenheit die sich vor unsern Augen ereignet, ein kleiner Bogen

ihrer Bahn, den wir beobachten, uns die ganze Geschichte ihrer planetarischen Existenz offen darlegt, und daß wir daraus, vermittelst der bekannten Natur-Gesetze, jenen Umstand, der ihren ewigen Wandel bestimmte, berechnen können.

Jeder Körper, von welcher Größe oder Beschaffenheit er auch sey, ein Sand-Korn, Wasser-Tropfen, oder Planet, wird von dem nächsten und mächtigsten Zentral-Körper mit unwiderstehlicher Kraft angezogen, und gezwungen, einen Theil seines Planeten- oder Trabanten-Systems, seines Körpers oder seiner Atmosphäre auszumachen. Die Schwere, die den Stein, den ich aus der Hand fallen lasse, zur Erde herabzieht, ist keine eigenthümliche Kraft unsers Planeten, sondern eine allgemeine Eigenschaft aller Körper. Auch auf dem Jupiter, den Kometen, der Sonne, und allen Welt-Körpern, würde der Stein schneller oder langsamer herabfallen, und es ist im dritten Bande bemerkt worden, daß er auf der Sonne in einer Sekunde 28mal mehr als auf der Erde, nämlich 422 Fuß fallen würde. In einer großen Höhe oder Entfernung von der Sonne nimmt der Fall der Körper freylich ab, weil die Anziehung der Sonne schwächer wird; aber nirgends hört sie ganz auf, und sie wird nur dann unmerklich, wenn sie durch die stärkere Anziehung näherer Körper vernichtet wird. Man wird unten sehen, daß in der Sonnenferne des Kometen von 1680 die

Anziehung der Sonne so geringe ist, daß der Komet in einer Sekunde nur den zweyhundert tausendsten Theil eines Zolles zur Sonne herabfällt; und doch ist diese kaum merkliche Attraction hinlänglich, den Kometen in dreyhundert Jahren wieder zur Sonne zurück zu bringen.

Dieser Komet und jeder andere Welt-Körper unsers Sonnen-Systems befindet sich in dem Fall des Steins, der auf der Erde herabfällt: auf gleiche Art fällt der Planet zur Sonne herab, und würde bald mit ihr zusammenstürzen, wenn die Natur nicht durch einen Stoß, oder durch eine Bewegung, die dem Planeten seitwärts mitgetheilt war, diesen Ruin abgewandt hätte. — Auf der andern Seite würde diese Seiten-Bewegung der Planeten, die man ihre Wurfs-Geschwindigkeit nennt, sie entweder gegen einander treiben, zertrümmern, oder in den unendlichen Raum zerstreuen, wenn nicht irgend ein Zentral-Körper in der Nähe sie durch seine Anziehung zurück hielte, und durch dieses unauflösliche Band mit sich vereinigte. Der Planet, der einen Kreis um die Sonne beschreibt, strebt in jedem Augenblick, nach der geraden Linie, die den Kreis berührt, und nach der er sich in diesem Augenblick wirklich bewegt, fort zu laufen, und sich also von der Sonne zu entfernen; allein zurückgehalten durch die Attraction der Sonne, krümmt er seine Bahn, und nähert sich der Sonne um die kleine Linie, die zwischen

jener Tangente und dem Kreis-Bogen fällt; und diese kleine Linie ist eben die, durch welche der Planet gerade zur Sonne herabfallen würde, wenn er keine Wurfs-Geschwindigkeit erhalten hätte, oder wenn diese Geschwindigkeit durch irgend ein Hinderniß plötzlich vernichtet würde. Wie tief der Planet in einer gewissen Zeit, z. B. einer Sekunde, zur Sonne herabfallen würde, oder um wie viel er sich wirklich von der Tangente seiner Bahn zu ihr hinbeugt, das hängt theils von der Masse der Sonne, theils von ihrer Entfernung ab, weil die Attraction jedes Körpers desto stärker ist, je größer seine Masse ist, und im doppelten Verhältnisse abnimmt, wenn die Entfernung zunimmt. So groß die Masse der Sonne ist, so wirkt sie doch in der Entfernung der Erde schon so schwach, daß unser Planet in einer Sekunde nur um den neunten Theil eines Zolles zu ihr hingezogen wird. Dieser Fall zur Sonne in einer Sekunde ist in der Entfernung des Uranus weniger als der dreytausendste Theil eines Zolles: und ein so kleiner Raum, der unserm Auge selbst durch die feinsten Mikroskope nicht sichtbar seyn würde, ist hinlänglich, den Uranus an einem ungeheuren Gängelbande um die Sonne zu führen, ihn ewig in derselben Entfernung von ihr zu halten, und ihn wirklich in die Sonne zu stürzen, wenn seine Wurfs-Geschwindigkeit ihn nicht in jedem Augenblick um eben so viel wieder entferne.

Da der Fall der Körper durch die immerfort wirkende Schwere mit beschleunigter Geschwindigkeit geschieht, und zwar im doppelten Verhältnisse der Zeit, so daß ein Körper in zwey Sekunden viermal, in drey Sekunden neunmal so tief fällt, als in einer Sekunde, so ist es leicht, die Zeit zu berechnen, in der jeder Planet die Sonne wirklich erreichen würde; und ich glaube meinen Lesern, durch die Mittheilung der Resultate dieser Rechnung, ein Vergnügen zu machen. Um aber nicht gar zu kleine Zahlen zu erhalten, werde ich den Fall der Planeten zur Sonne, nicht in einer Sekunde, sondern in einer Minute angeben, welcher letztere sechzigmal sechzig oder 3600 mal größer ist als der erstere. Das gebrauchte Maß ist der alte königliche Pariser Fuß von zwölf Zoll, wovon jeder in zwölf Linien getheilt ist.

	Fall des Planeten zur Sonne in einer Minute.			Dauer des ganzen Falls bis zur Sonne.			
Merkur	222 Fuß	3 Z.	7 L.	19 Tage	15 St.	36 M.	54 Sek.
Venus	63 —	8 —	5 —	50 —	4 —	39 —	18 —
Die Erde	33 —	3 —	9 —	81 —	14 —	11 —	44 —
Mars	14 —	3 —	7 —	153 —	11 —	0 —	24 —
Jupiter	1 —	2 —	9 —	968 —	6 —	18 —	43 —
Saturn	= —	4 —	5 —	2403 —	17 —	13 —	55 —
Uranus	= —	1 —	1 —	6855 —	8 —	28 —	19 —

Der Komet von 1680, der in 575 Jahren einen Umlauf um die Sonne macht, der folglich in seiner Sonnenferne 138 mal weiter von der Sonne ist als die Erde, fällt zur Sonne in einer Sekunde kaum den vier=

zehntausendsten Theil einer Linie, in einer Minute den vierten Theil einer Linie, in einer Stunde 6 Fuß 3 Zoll; und doch würde diese schleichende Bewegung, wenn die Wurfs-Geschwindigkeit plötzlich aufhörte, bald so schnell werden, daß er aus jener ungeheuren Entfernung in 363 Jahren die Sonne erreichen, und mit einer Geschwindigkeit auf sie stoßen würde, mit der er in einer Sekunde 11146 Fuß oder eine halbe Meile durchlaufen würde.

Es ist also die Wurfs-Geschwindigkeit, der Stoß nach der Seite, den der Planet im ersten Augenblick seines Daseyns erhalten hat, oder der Wille des Schöpfers, der ihm diese Geschwindigkeit mittheilte, verbunden mit der anziehenden Kraft der Sonne, was ihn abhält in die Sonne zu stürzen, und ihn zwingt einen Kegelschnitt um diesen Zentral-Körper zu beschreiben. Da man nun die letztere Kraft, oder den Fall der Planeten zur Sonne kennt, so kann man auch berechnen, wie groß ihre Wurfs-Geschwindigkeit in jeder Entfernung von der Sonne seyn müsse, um die Planeten-Bahn zu dem Kegelschnitt zu machen, den die Beobachtungen uns zeigen. Um uns die Sache zu erleichtern, wollen wir annehmen, daß dieser ursprüngliche Stoß eine Richtung hatte, die auf der Linie vom Planeten zur Sonne senkrecht war: denn was auch der Planet für einen Kegelschnitt beschreiben mag, so giebt es darin wenigstens einen Punkt, wo die Tangente, nach

der

der er sich bewegt, wirklich auf der Linie zur Sonne senkrecht ist; und es ist das Natürlichste, diesen Punkt für den Anfang seiner Bewegung anzunehmen, um so mehr, da bey den Planeten dieser Winkel in allen Punkten der Bahn nur sehr wenig vom rechten Winkel abweicht. Dann werden uns die Grundsätze der Mechanik deutlich zeigen, was uns oben die Geometrie gelehrt hat, daß die Ellipsen und Hyperbeln unendlich wahrscheinlicher sind, als die übrigen Kegelschnitte.

Wenn die Erde, oder irgend ein anderer Welt-Körper in derselben Entfernung von der Sonne, seitwärts mit einer Geschwindigkeit fortgeschleudert wird, die genau 92244 Fuß (etwa vier Meilen) in einer Sekunde durchläuft, so beschreibt dieser Planet um die Sonne einen vollkommenen Kreis. Wenn aber die Wurfs-Geschwindigkeit im mindesten größer oder kleiner ist, so entsteht eine Ellipse: im ersten Fall ist die Bewegung nach der Seite oder der Tangente, die den Planeten von der Sonne entfernt, zu groß für den Kreis, im andern zu klein; im erstern Falle wird sich also der Planet weiter von der Sonne entfernen, im andern wird er sich ihr nähern; in jenem Falle wird folglich dieser Anfangs-Punkt die Sonnen-Nähe, im letztern die Sonnen-Ferne. Diese Wurfs-Geschwindigkeit von 92244 Fuß in der Ent-

fernung der Erde von der Sonne ist also, in mechanischer oder astronomischer Rücksicht, in der Reihe der unzähligen möglichen Ellipsen, das einzelne Glied von dem oben die Rede war, welches den Kreis giebt, und die oberhalb liegenden Ellipsen von den unteren scheidet: die oberen entstehen durch die geringere Geschwindigkeit, die unteren durch die größere; jene geben die Sonnen-Ferne, diese die Sonnen-Nähe. Je mehr die ursprüngliche Geschwindigkeit von 92244 Fuß verschieden ist, desto mehr entfernt sich die elliptische Planeten-Bahn vom Kreise, aber sie bleibt immer eine Ellipse, bis der Wurf die Geschwindigkeit von 130453 Fuß oder beynahe sechs Meilen in einer Sekunde erhält. Jede Geschwindigkeit, von einem Fuß oder einem Zoll bis sechs Meilen, giebt eine mehr oder weniger eccentrische Ellipse, und nur die einzige Geschwindigkeit von vier Meilen giebt den Kreis. So sind also unzählige Ellipsen möglich gegen einen einzigen Kreis; und man kann das Unendliche gegen Eins setzen, daß jede Bahn am Himmel eine Ellipse und nicht ein Kreis ist.

Eine Geschwindigkeit von genau 130453 Fuß bestimmt den Planeten oder Kometen, eine Parabel zu beschreiben. Ist aber die Geschwindigkeit im mindesten kleiner oder größer, so wird aus der Parabel im erstern Falle eine Ellipse, im letztern eine Hy-

perbel. Alle Geschwindigkeiten in der Entfernung der Erde von der Sonne, die grösser als 130453 Fuß sind, geben demnach mehr oder weniger längliche Hyperbeln, die also beym ersten Anblick eben so möglich scheinen wie die Ellipsen. Allein man muß nicht vergessen, daß die Natur, man mag sie als ein intellectuelles Wesen oder als eine bloß mechanisch wirkende Kraft ansehen, nie grössere Mittel anwenden wird, wenn dieselbe Wirkung durch geringere erreicht werden kann, und daß wir thörricht handeln würden, wenn wir grössere Kräfte annähmen, wo kleinere hinreichen. Das Resultat der obigen Rechnung war, daß die Bahnen Ellipsen sind, wenn die Geschwindigkeit oder die erste Kraft des Stoßes klein ist, Hyperbeln aber nur dann, wenn sie die höchste Gränze der elliptischen Geschwindigkeit übersteigt: die erstern sind also in mechanischer, wiewohl nicht in geometrischer Rücksicht, ohne Vergleich wahrscheinlicher als die letztern.

Eine gleiche Bewandniß hat es mit den übrigen Planeten nach ihren verschiedenen Entfernungen, wie man aus folgender Tabelle am deutlichsten übersehen wird, in welcher die grösseren Zahlen die Geschwindigkeit in Pariser Fuß, die kleineren, in Parenthese eingeschlossenen, eben dieselbe in Meilen ausdrücken.

	Wurfs-Geschwindigkeit für	
	den Kreis.	die Parabel.
Merkur	150563 ($6^3/_5$)	212928 ($9^1/_3$)
Venus	110144 ($4^5/_6$)	155767 ($6^9/_{11}$)
Die Erde	93676 ($4^1/_{10}$)	132478 ($5^4/_5$)
Mars	75889 ($3^1/_3$)	107324 ($4^7/_{10}$)
Jupiter	41072 ($1^4/_5$)	58085 ($2^6/_{11}$)
Saturn	30332 ($1^1/_3$)	42897 ($1^8/_9$)
Uranus	21388 ($^{15}/_{16}$)	30247 ($1^1/_3$)

Die astronomischen Beobachtungen haben bewiesen, daß die Bahnen aller dieser Planeten kaum merklich vom Kreise abweichen. Man sieht also aus dieser Tabelle, daß ihre Geschwindigkeiten in jedem Theile ihrer Bahnen nur sehr wenig von den Zahlen der ersten Kolumne verschieden seyn können, und daß es in der ganzen Bahn keinen Punkt giebt, wo ihre Geschwindigkeiten so groß sind wie die Zahlen der zweyten Kolumne, weil sonst die Planeten von solchem Punkt aus eine Parabel oder Hyperbel beschreiben müßten, und niemals zur Sonne zurückkehren würden. Ferner müssen die Zahlen der ersten Kolumne, die für die Kreis-Bahn und die mittlere Entfernung der Planeten berechnet sind, das Mittel halten zwischen der größten und der kleinsten Geschwindigkeit der Planeten in der Sonnen-Nähe und der Sonnen-Ferne. Um meinen Lesern eine deutliche Uebersicht hievon zu geben, theile ich ihnen noch eine Tabelle mit, deren Durchsehen ihnen weniger Mühe machen wird, als dem Verfasser die Berechnung gemacht hat.

Sie enthält die wahren Geschwindigkeiten oder Bewegungen der Planeten in einer Sekunde, wie die Beobachtungen sie zeigen: sie giebt also einen Erfahrungs-Satz oder eine Thatsache, die zur Bestätigung der bisher entwickelten Theorie und der eben mitgetheilten Tabelle dienen kann.

	Wahre Geschwindigkeit der Planeten in der	
	Sonnen-Nähe.	Sonnen-Ferne.
Merkur	185464 ($8\frac{1}{8}$)	122229 ($5\frac{3}{8}$)
Venus	110901 ($4\frac{6}{7}$)	109392 ($4\frac{4}{5}$)
Die Erde	95261 ($4\frac{1}{6}$)	92117 ($4\frac{1}{25}$)
Mars	83319 ($3\frac{2}{3}$)	69122 (3)
Jupiter	43101 ($1\frac{9}{10}$)	39139 ($1\frac{7}{10}$)
Saturn	32087 ($1\frac{2}{5}$)	28674 ($1\frac{1}{4}$)
Uranus	22411 (1)	20412 ($\frac{9}{10}$)

Diese Tabelle zeigt deutlich, wie wenig die wahren Geschwindigkeiten der Planeten im ganzen Umfange ihrer Bahnen, bald größer bald kleiner sind, als die zum Kreise gehörigen in der ersten Kolumne der vorhergehenden Tabelle, und wie weit sie immer entfernt bleiben von der zur Parabel oder Hyperbel erfoderlichen Geschwindigkeit in der zweyten Kolumne. Bey der Venus z. B. ist die wahre Geschwindigkeit im ganzen Umfange ihrer Bahn nur um den dreyßigsten Theil einer Meile von der Kreis-Bewegung verschieden, bleibt dagegen immer um sechzigmal mehr, nämlich um zwey Meilen, kleiner als die Geschwindigkeit die aus der Bahn eine Hyperbel macht. Bey

dem Merkur ist dieser Unterschied am beträchtlichsten, weil seine Bahn unter allen am meisten vom Kreise abweicht: seine Geschwindigkeit ändert sich überhaupt um $2\frac{3}{4}$ Meilen, oder um mehr als ihren dritten Theil, sie entfernt sich von der Kreis-Bewegung um 2 Meilen, und nähert sich der parabolischen Geschwindigkeit bis auf $2\frac{3}{8}$ Meilen. Man muß aber hiebey bemerken, daß die parabolischen Geschwindigkeiten in der vorhergehenden Tabelle für die mittlere Entfernung berechnet sind, die Zahlen in der ersten Kolumne der letzten Tafel aber für die kleinere Entfernung in der Sonnen-Nähe, wo Merkur eine weit größere Geschwindigkeit ertragen kann, ohne sich in einer Hyperbel von der Sonne zu verirren, weil sie durch eine stärkere Anziehung der Sonne im Gleichgewicht gehalten wird.

Zum Kontrast dieser beynahe kreisförmigen Bahnen mag der berühmte Komet von 1680 dienen, der im Perihelium der Sonne 166mal näher kam, und sich im Aphelium 138mal weiter von ihr entfernte, als die Erde. Im Perihelium würde eine Wurfs-Geschwindigkeit von 52 Meilen in einer Sekunde seine Bahn zum Kreise, eine Geschwindigkeit von 73 bis 74 Meilen würde sie zur Parabel gemacht haben; im Aphelium sind die hiezu erfoderlichen Geschwindigkeiten nur ein Drittel und eine halbe Meile. Da nun seine Bahn im hohen Grade eccentrisch ist, so muß seine wahre

Geschwindigkeit im Perihelium sehr wenig von 73 Meilen verschieden seyn. In der That bewegte er sich in der Sonnen-Nähe mit einer Geschwindigkeit von 72 Meilen, so daß anderthalb Meilen mehr, welches etwa den fünfzigsten Theil ausmacht, ihn auf immer von der Sonne weggerissen haben würden. Dagegen bewegt er sich in der Sonnen-Ferne nur mit einer Geschwindigkeit von 78 Fuß oder dem dreyhunderten Theil einer Meile, also 22680mal langsamer als in der Sonnen-Nähe. Um von der Sonnen-Ferne aus einen Kreis um die Sonne zu beschreiben, oder beständig dieselbe Entfernung von ihr zu behalten, müßte er dort eine Geschwindigkeit von dem dritten Theil einer Meile, also eine mehr als hundertmal größere Geschwindigkeit gehabt haben, als er wirklich hatte; und diese äußerst langsame Seiten-Bewegung macht es begreiflich, daß er nun der Attraction der Sonne, wiewohl sie durch die große Entfernung sehr geschwächt war, dennoch folgte, und sich ihr so sehr näherte. Wäre er im Aphelium in völliger Ruhe gewesen, so würde er, wie oben gezeigt ist, nach 363 Jahren in die Sonne gestürzt seyn; die geringe Seiten-Bewegung von 78 Fuß in einer Sekunde macht, daß er schon in 288 Jahren seine Sonnen-Nähe erreicht: durch diese kaum merkliche Geschwindigkeit von 78 Fuß hat also die Natur eine Ersparung von 75 Jahren, oder von 21 Procent gemacht, und den Kometen in die wohlthätige Nähe der Sonne

gebracht, ohne daß es ihm sein Daseyn, und der Sonne einen Stoß kostete.

Die Leser sind nun im Stande selbst zu entscheiden, worüber die Astronomen noch vor hundert Jahren ungewiß waren, was für Bahnen diese Körper beschreiben, die von unsern Vorfahren als Zeichen oder als Werkzeuge des göttlichen Zorns gefürchtet wurden. Was die Kometen auch seyn mögen, vulkanische Auswürfe der Sonne, Späne von der Werkstatt, auf der Welt-Körper gedrehet werden, oder Schaum aus dem Kessel in welchem Licht-Stoff, Luft, oder Wasser, für ein ganzes Planeten-System gebräuet wird: so sind sie Körper, und zu der Zeit da wir sie sehen, der Sonne nahe genug, um von ihr angezogen zu werden; sie müssen also, nach den unwandelbaren Gesetzen der Schwere, einen Kegelschnitt um die Sonne beschreiben; und die Betrachtungen die wir eben angestellt haben, lassen keinen Zweifel, daß diese Kegelschnitte Ellipsen sind. Der erste Anblick der Kometen, ihr Erscheinen und Verschwinden, ihre Annäherung und Entfernung von der Erde, ihr Forteilen von einem Stern zum andern, alles dies ist schon, ohne eigentliche astronomische Beobachtungen, hinlänglich, uns von ihrer Bewegung zu überzeugen. Zwar kennen wir die Geschwindigkeit dieser Bewegung nicht, von der die Gattung des Kegelschnittes abhängt; aber eben weil sie uns unbekannt ist,

müssen wir diejenige annehmen, die eine unendliche Wahrscheinlichkeit für sich hat: und das ist, wie wir eben gesehen haben, diejenige, welche die Bahn zur Ellipse oder zur Hyperbel macht. Allein auch unter diesen beyden hat die Ellipse, wie schon bemerkt ist, vieles in mechanischer Rücksicht für sich, weil die allerkleinste Geschwindigkeit sie hervorbringen kann; und eben das folgt auch aus astronomischen Gründen.

Daß unter den Millionen Kometen, die in elliptischen Bahnen um die Sonne laufen, die das Gebiet derselben nie verlassen, und nach bestimmten Perioden immer zu ihr zurückkehren, jährlich einer oder mehrere der Sonne nahe genug kommen, um uns sichtbar zu werden, das begreift sich leicht. Daß aber ein Welt-Körper, der, nachdem er in hyperbolischer Bahn des Gebiet des Sirius oder Arkturs durchkreuzt hat, sich endlich in unser Sonnen-System verliert, welches er gleich darauf verläßt, um nie zurückzukehren, — daß ein solcher Körper seinen Lauf gerade zu unserer Zeit bey unserm Planeten vorbeynehmen sollte, ist schon an sich sehr unwahrscheinlich; aber eine Absurdität wäre es, anzunehmen, daß dieser sonderbare Zufall sich alle Jahre ereigne. Es ist offenbar, daß, wenn gleich Hyperbeln eben so gut möglich sind als Ellipsen, doch tausend gegen eins zu wetten ist, daß der Komet den wir sehen, einer von denen ist, die durch ihre elliptischen Bahnen ewig an unser Sonnen-

System gekettet, unsere Landsleute sind, und nicht ein Fremdling der sich von irgend einem Fixsterne zu unserer Sonne verloren hat. — Ueberdem haben wir gesehen, daß die Hyperbeln, physisch betrachtet, in der That nicht so leicht möglich sind als die Ellipsen, weil zu jenen eine weit größere Geschwindigkeit, eine größere Kraft, die die Welt-Körper in Bewegung setzt, erfodert wird; da hingegen zur Ellipse die allergeringste Kraft hinlänglich ist. Dieser Umstand, der vielleicht der Schlüssel zur ganzen Theorie der Kometen-Bahnen ist, verdient es wohl, daß wir etwas länger dabey verweilen.

Die Bewegung der Kometen ist leicht zu erklären, selbst ohne eine besondere Kraft, einen Stoß, oder eine Wurfs-Geschwindigkeit, wenn man nämlich annimmt, daß sie nicht weit von ihrer Sonnen-Ferne den Anfang genommen hat. Hier ist, wie wir gesehen haben, die allerkleinste Bewegung nach der Seite, eine Bewegung von wenigen Fuß hinlänglich, den Kometen in einer Ellipse um die Sonne zu führen; und um diese geringe Bewegung hervorzubringen, bedarf es keines Stoßes, sondern nur irgend eines seitwärtsstehenden Körpers, von dem der Komet nach den allgemeinen Gesetzen der Schwere angezogen wird. Diese Anziehung giebt dem Kometen eine Bewegung nach dem anziehenden Körper hin, und die stärkere Attraction der Sonne verwandelt diese geradlinige Be-

wegung in eine elliptische. Wenn man sich also den ersten Augenblick vorstellt, da der Raum des Sonnen-Systems mit Millionen Kometen in allen möglichen Lagen angefüllt war, so ward jeder derselben von allen übrigen angezogen: aus diesen unzähligen Attractionen entstand, nach den ersten Grundsätzen der Mechanik, eine mittlere Kraft, die jeden Kometen nach dieser mittleren Richtung in Bewegung setzte, oder ihm eine Geschwindigkeit nach einer Seite mittheilte, aus welcher, mit der stärkeren Kraft der Sonne verbunden, eine elliptische Bahn entstand, die nun, ohne daß eine neue Kraft nöthig ist, ewig fortdauert. Der Punkt wo diese Bewegung anfing, ward nur dann die Sonnen-Nähe oder die Sonnen-Ferne — wahrscheinlich aber das Letztere, weil dazu eine weit geringere Geschwindigkeit erfodert wird — wenn die mittlere Richtung jener Attractionen auf der Linie vom Kometen zur Sonne genau senkrecht war; bey jeder andern Richtung aber ward es irgend ein anderer Punkt der elliptischen Bahn, der vom Aphelium mehr oder weniger entfernt war. Man begreift leicht, daß diese mittlere Attraction, die dem Kometen seine erste Seiten-Bewegung mittheilte, in den meisten Fällen nur sehr geringe im Verhältniß zur Attraction der Sonne seyn konnte, weil man sich den Kometen nicht anders vorstellen kann, als nach allen Seiten von andern Welt-Körpern umgeben, deren anziehende Kräfte

einander entgegen wirken und aufheben. Eben so wenig aber darf man annehmen, daß die Vertheilung dieser unzähligen Welt = Körper nach allen Seiten so genau gleich gewesen sey, daß nicht nach irgend einer Seite das kleinste Uebergewicht gewesen wäre: und dieses war zur elliptischen Bewegung hinlänglich. Zwar nicht unmöglich, aber in hohem Grade unwahrscheinlich, ist von der andern Seite eine so ungleiche Vertheilung, daß der Komet nach einer Seite mit so überwiegender Kraft angezogen wäre, als erfodert wird, seine Bahn zur Hyperbel zu machen. Wir haben gesehen, daß eine Geschwindigkeit von einigen Fuß hinlänglich war, den Kometen von 1680 in einer Ellipse um die Sonne zu führen, daß aber eine Geschwindigkeit von wenigstens einer halben Meile nöthig gewesen wäre, um seine Bahn zur Hyperbel zu machen.

Ich glaube genug gesagt zu haben, um meine Leser von der großen Wahrscheinlichkeit zu überzeugen, daß die Bahnen aller Kometen oder Planeten Ellipsen sind. Vom Sturz in die Sonne in gerader Linie, oder vom vollkommenen Kreise, oder von der Parabel, kann gar nicht die Rede seyn, nicht allein weil nur eine einzige Geschwindigkeit möglich ist, die einen dieser Kegelschnitte hervorbringen kann, sondern weil selbst der Welt=Körper der wirklich einen solchen Kegelschnitt zu beschreiben anfing, auf seiner Wan=

derschaft unzähligen kleinen Störungen von den benachbarten Welt-Körpern ausgesetzt ist, und die geringste Abweichung, die aus solchen Attractionen nothwendig entsteht, die gerade Linie und den Kreis in eine Ellipse, und die Parabel in eine Ellipse oder Hyperbel verwandelt, weil dadurch die Wurfs-Geschwindigkeit geändert wird. Die Leser werden sich hiebey aus dem zweyten Bande erinnern, daß die aus der allgemeinen Gravitation entstehenden sogenannten Perturbationen der Planeten darin bestehen, daß ihre Ellipsen allmählig geändert werden, oder daß aus der ursprünglichen Ellipse eine andere, äußerst wenig davon verschiedene, entsteht; wäre also die ursprüngliche Bahn ein Kreis, so würde daraus eine sehr wenig eccentrische Ellipse entstehen; denn es giebt nur einen Kreis, der nichts anders als eine besondere Art von Ellipse ist.

Es bleibt also nur die Ellipse und die Hyperbel über, und die erste ist ohne Vergleich wahrscheinlicher, nicht bloß weil sie aus der allergeringsten Bewegung entstehen kann, zur Hyperbel aber eine sehr große Kraft erfodert wird, sondern auch weil hier nicht von den Welt-Körpern überhaupt, sondern nur von denen die Rede ist, die uns zu Gesichte kommen. Immerhin mögen sich unzählige Welt-Körper in Hyperbeln bewegen; aber solche sind keine Bürger unsers Staats, sie sind allgemeine Welt-Bürger, die alle Sonnen-Systeme der Milch-Straße durchlaufen, und von denen sich vielleicht

nur alle tausend Jahre einmal einer in unserm Planeten-Systeme sehen läßt. Die Kometen laufen also, gleich den Planeten, in Ellipsen, deren einen Brennpunkt die Sonne einnimmt. Obgleich ihre Bahnen ohne Vergleich eccentrischer sind, obgleich sie sich weit mehr der Sonne nähern und von ihr entfernen, obgleich ihnen also ein ganz anderes Loos zu Theile geworden ist, als den Planeten, so folgen sie doch denselben Gesetzen der Schwere, sie erkennen denselben Oberherren, die Sonne, und denselben Codex, die Kepler'schen Gesetze, an. Nur durch diese elliptischen Bewegungen entsteht die einfache und doch mannigfaltige Ordnung, die unser Sonnen-System zu einem schönen Ganzen verbindet, und es vor der Auswanderung seiner Bewohner, so wie vor dem gefährlichen Eindringen umher irrender Abentheurer sichert.

Dieses Resultat, welches auf keinen Hypothesen beruhet, sondern sich aus den einfachsten Grundsätzen der Mechanik ergeben hat, wird vielleicht doch manchem Leser auffallen, der sich erinnert gelesen zu haben, daß nicht allein die älteren sondern auch noch die jetzigen Astronomen, bey ihren Berechnungen der Kometen, die parabolische Bahn, und nicht die elliptische, zum Grunde legen. Das Räthsel wird sich mit wenigen Worten auflösen lassen. Jeder Astronom, auch wenn er die Kometen-Bahn als eine Parabel berechnet, weiß sehr wohl, daß diese Bahn eine Ellipse und keine

Parabel ist; er weiß aber auch, daß diese Ellipse äu-
ßerst eccentrisch ist, daß wir daher nur einen sehr klei-
nen Theil derselben bey der Sonnen-Nähe beobachten
können, indeß der größte Theil uns unsichtbar bleibt.
Aus jenem kleinen Theile der beobachtet ist, die ganze
übrige Bahn, besonders den Theil um die Sonnen-
Ferne, wo die Ellipse sich schließt, berechnen zu wollen,
kann nur dem einfallen, der keine gründliche Kenntniß
der Mathematik hat. Zwar ist es gewiß, daß vermit-
telst der Kepler'schen Gesetze, aus dem kleinsten beobach-
teten Bogen, die ganze übrige Bahn sich bestimmen
läßt; allein dann muß dieser kleine Bogen auch mit
vollkommener Genauigkeit bekannt seyn: die geringsten
Fehler, die besonders bey Kometen-Beobachtungen un-
vermeidlich sind, würden auf den ungeheuren Theil der
nicht beobachtet ist, einen so wichtigen Einfluß haben,
daß daraus eine ganz andere Ellipse oder vielleicht eine
Hyperbel entstehen würde. Die Astronomen würden
also, bey einem solchen Verfahren, sich in ein Meer
von Irrthümern stürzen; sie würden mit eben so weni-
ger Ueberzeugung handeln, als der, welcher aus einer
einzigen Handlung eines ihm ganz unbekannten Men-
schen, oder aus einem ihm entfallenen Wort, über sei-
nen Charakter und über sein ganzes Leben ein Urtheil
fällt. Nur bey sehr wenigen Kometen, die uns unter
so günstigen Umständen erschienen sind, daß ein be-
trächtlicher Theil ihrer Bahn hat beobachtet werden

können, darf man es wagen, die Ellipse ihrer Bahn zu bestimmen: dieses war der Fall mit dem großen Kometen von 1811, der daher auch wirklich elliptisch berechnet ist.

Hiezu kömmt nun noch ein Umstand. Die sehr eccentrischen Ellipsen, wie die Kometen-Bahnen ohne Ausnahme sind, entfernen sich von der Parabel nur merklich in großer Entfernung von der Sonnen-Nähe, besonders bey dem Aphelium, wo sie sich schließen, indessen die beyden Aeste der Parabel in das Unendliche aus einander laufen. Nahe bey dem Perihelium aber, wo wir die Kometen allein beobachten können, fallen diese Ellipsen mit der Parabel, welche dieselbe Sonnen-Nähe hat, so genau zusammen, daß der Unterschied geringer ist, als die unvermeidlichen und unbekannten Beobachtungs-Fehler. Fände sich nun auch wirklich in diesen Beobachtungen eine Abweichung von der Parabel, auf die man die Berechnung der Ellipse gründen könnte, so wäre man doch nie gewiß, ob nicht diese Abweichung bloß durch einen Beobachtungs-Fehler entstanden oder wenigstens sehr entstellt ist. Wie sehr man hiebey irren könnte, ist schon daraus klar, daß die Beobachtungen nahe bey dem Perihelium sich durch die Parabel sehr gut erklären und berechnen lassen. Man kann die Parabel wie eine Ellipse ansehen, deren Axe unendlich groß ist: der geringste Beobachtungs-Fehler kann also machen, daß aus der Ellipse eine Parabel

wird,

wird, das heißt, daß die Axe der Ellipse, die, eben das ist, was man sucht, bis in das Unendliche vergrößert wird. So ist also gerade das Element, welches bey den Planeten-Bahnen zuerst gefunden und bey allen übrigen Elementen zum Grunde gelegt wird, weil wir sie nie aus den Augen verlieren, folglich die Zeit sehr leicht bemerken können, in der sie einen Umlauf um die Sonne machen, nämlich der Durchmesser oder die große Axe ihrer Bahn, bey den Kometen, die sich uns nur einmal auf kurze Zeit zeigen, das Schwierigste. Nur bey denjenigen Kometen läßt sich dieses Element bestimmen, die entweder so lange sichtbar gewesen sind, daß der beobachtete Bogen ein beträchtliches Verhältniß zu der ganzen Bahn hat, oder die gleich den Planeten bey mehreren Durchgängen durch die Sonnen-Nähe beobachtet sind, so daß man ihre Umlaufs-Zeit, und daraus nach dem dritten Keplerschen Gesetze, die große Axe ihrer elliptischen Bahn kennt. Hiezu wird aber erfodert, daß man in dem Kometen, bey seiner abermaligen Annäherung zur Sonne, wirklich einen alten Bekannten erkennt; und er läßt sich aus einem sehr einfachen Grunde nicht an seiner Physionomie, seinem Aeußern erkennen: von einer Sonnen-Nähe bis zur andern ist der Komet um Jahrhunderte, vielleicht um Jahrtausende, älter geworden, und hat auf seiner Wanderschaft so mancherley erfahren, daß es nicht zu verwundern ist,

wenn er sich so geändert hat, daß ihn seine ältesten Bekannten nicht wieder erkennen; viel weniger wir, die wir ihn bey seinem vorigen Durchgange durch das Perihelium nicht selbst gesehen haben, sondern uns auf die Beschreibung unserer Vorfahren verlassen müssen, die ihn nicht durch Fernröhre beobachten konnten, und von Aberglauben geblendet, oft zu sehen glaubten, was ein unbefangener Beobachter vergebens suchen würde. Allein so sehr der Komet selbst entstellt seyn mag, so wenig hat sich seine Bahn geändert. Jeder Komet läßt sich daher von andern nur durch den Lauf unterscheiden, den er nimmt: es müssen also alle übrigen Elemente seiner Bahn, mit Ausnahme der großen Axe, schon bekannt seyn.

Die Astronomen verfahren daher bey der Berechnung der Kometen=Bahnen auf folgende Art. Da diese Bahnen in dem Theil, den wir beobachten können, nicht merklich von der Parabel abweichen, und diese weit leichter zu berechnen ist als die Ellipse, so bestimmt man aus den Beobachtungen, durch Anwendung der Keplerschen Gesetze auf die Parabel, die Elemente, wodurch sich eine Kometen=Bahn von der andern unterscheidet; und diese Elemente sind folgende: 1) die kleinste Entfernung von der Sonne, oder die Größe der geraden Linie zwischen der Scheitel der Parabel und ihrem Brennpunkt; 2) die Lage des Periheliums, oder die Richtung, in welcher

der Komet auf der Sonne erschien, als er ihr am nächsten war; 3) die Zeit des Durchganges durch das Perihelium; 4) die Neigung, d. i. der Winkel, den die Ebne, in der er seinen Lauf verrichtet, mit der Ebne der Erd=Bahn oder der Ekliptik macht; 5) die Knoten, oder die Punkte, in denen er durch die Ebne der Erd=Bahn ging. Die zwey letzten Elemente bestimmen die Lage der Ebne seiner Bahn, die drey ersten seine Bewegung in dieser Ebne. Hiezu kömmt nun noch 6) die Richtung seiner Bewegung, ob sie rechtläufig oder rückgängig, nach der linken oder der rechten Seite, nach oben oder nach unten gerichtet ist; welches indessen schon durch die Neigung bestimmt ist.

Diese Elemente, da sie in der Gegend der Sonnen=Nähe, obgleich nach der nicht ganz richtigen parabolischen Hypothese bestimmt sind, können von den Elementen, die man gefunden haben würde, wenn man die wahre Ellipse des Kometen gekannt hätte, nur so wenig verschieden seyn, daß sie demungeachtet vollkommen charakteristische Kennzeichen abgeben. Zeigt sich also nach Jahrhunderten oder Jahrtausenden ein neuer Komet, dessen parabolisch berechnete Bahn dieselben Elemente hat, so kann man an der Identität dieser beyden Kometen nicht zweifeln, selbst wenn sich bey einem oder dem andern Elemente Unterschiede finden, die theils aus den unvermeidlichen

Beobachtungs-Fehlern, theils daraus zu erklären sind, daß die Elemente aus einer unrichtigen Hypothese, der Parabel, hergeleitet sind, theils endlich daraus, daß der Komet auf seiner langen Reise manches Abentheuer bestanden hat, vorzüglich in der Nähe der großen Planeten, deren Attraction seine Bahn beträchtlich geändert haben kann. Die Zeit, die zwischen den zwey nächsten Durchgängen des Kometen durch die Sonnen-Nähe verflossen ist (No. 3), giebt seine Umlaufs-Zeit, und diese nach dem dritten Keplerschen Gesetze die große Axe seiner Bahn; wodurch nebst den übrigen schon bekannten Elementen, seine Ellipse, ihre Größe, Eccentricität und Lage, völlig bestimmt ist. Diese Bestimmung ist desto zuverläßiger und genauer, je öfter der Komet bereits zur Sonne zurückgekehrt ist, so wie die Umlaufs-Zeit oder die mittlere Bewegung der Planeten nur erst nach Jahrtausenden, durch die große Anzahl der verflossenen Umläufe, mit so großer Genauigkeit hat bestimmt werden können.

Nach allem was bisher gesagt ist, leidet es keinen Zweifel, daß alle Kometen Ellipsen beschreiben, folglich nach einer bestimmten Zeit zur Sonne zurückkehren; und dennoch giebt es nur vier, deren Umlaufs-Zeit auf solche Art hat bestimmt werden können. Dies ist um so begreiflicher, da die Anzahl der Kometen, wie wir oben gesehen haben, so groß ist,

daß füglich hundert neue erscheinen können, ehe einmal ein alter sich wieder zeigt.

Der Erste, der diese Methode mit glücklichem Erfolge anwandte, und zwar auf den Kometen von 1682, war Halley; und kein Komet hat die Newtonsche Theorie der allgemeinen Gravitation so auffallend bewährt, und der neuern Sternkunde einen so glänzenden Triumph bereitet, als dieser. Nachdem Halley seine Elemente parabolisch berechnet hatte, fand er eine auffallende Aehnlichkeit mit dem Kometen, den Kepler im Jahre 1607 beobachtet hatte, woraus eine Umlaufs-Zeit von 75 Jahren folgte. Er verglich nun alle Kometen, die in demselben Zwischenraume von 75 bis 76 Jahren beobachtet waren, und fand in diesen Epochen wirklich Kometen, deren Elemente mit dem von 1682 überein kamen, nämlich in den Jahren 1531 und 1456. Auch in denselben Zwischenräumen hatten sich 1380, 1305, 1230, 1155, 1080, 1006, große Kometen gezeigt, deren Elemente aber nicht verglichen werden konnten, weil sie nicht astronomisch beobachtet waren. Seine Umlaufs-Zeit schien demnach von 75 bis 76 Jahren, mithin seine große Axe etwa achtzehnmal größer als der Durchmesser der Erd-Bahn, oder beynahe so groß als der der Uranus-Bahn zu seyn. Daß sein Umlauf bald 75 bald 76 Jahre dauerte, ist aus der Attraction der großen Massen Jupiters und Saturns, bey denen er sehr nahe vorbeyging,

um so begreiflicher, da selbst die Umläufe Saturns in seiner fast kreisförmigen Bahn, durch die Attraction Jupiters, zuweilen um mehr als einen Monat von einander verschieden sind. Dieser Periode zufolge hätte der Komet im Jahr 1758 zur Sonne zurückkehren müssen; und man kann sich vorstellen, wie ängstlich seine Erscheinung von den Astronomen erwartet ward, da es der erste Komet war, dessen Rückkehr voraus anzukündigen man gewagt hatte, und seine Erscheinung gewissermaßen über die Richtigkeit oder Unrichtigkeit der Newtonschen Theorie entscheiden mußte. Um den Triumph der neuern Sternkunde desto größer zu machen, berechnete man vorher, aus seiner bereits bekannten Bahn, die Störungen denen er in der Nähe des großen Planeten ausgesetzt seyn würde, und fand, daß dadurch seine diesmalige Periode um anderthalb Jahre verlängert werden müßte, so daß er erst um den 13. April 1759 die Sonnen-Nähe erreichen könnte, daß aber, weil die Rechnung nicht mit der größten Schärfe geführt war, seine Erscheinung vielleicht um einen Monat früher oder später eintreffen dürfte. Der Erfolg bestätigte die Richtigkeit der neuen Theorie so wie der Rechnung vollkommen: der erwartete Komet erschien zu der vorher bestimmten Zeit, und ging den 13. März 1759 durch seine Sonnen-Nähe. Dieser große Komet ist also schon eilfmal auf der Erde beobachtet worden, und wird zum zwölften Male im Jahr 1834 wie-

der erscheinen, und wie ich wünsche, vom größten Theile meiner Leser gesehen werden.

Ein anderer Komet, dessen Umlaufs-Zeit mit Gewißheit bekannt zu seyn schien, ist der von 1661, dessen Elemente mit denen von 1532 sehr genau übereinstimmen. Er hat demnach eine Periode von ungefähr 129 Jahren, und ist wahrscheinlich identisch mit den Kometen, die sich in gleichen Zwischenräumen in den Jahren 1402, 1274, 1146, 891, 762, 632, 504, 375, 245, 117 nach Chr. Geb. und im Jahr 11 vor Chr. Geb. gezeigt haben. Dann wäre dieser Komet schon dreyzehnmal beobachtet; da er aber um das Jahr 1790, wo man ihn wieder erwartete, nicht erschienen ist, so muß man noch an der Identität dieser Kometen zweifeln.

Der dritte Komet, dessen Periode wahrscheinlich bekannt ist, war der von 1556, welcher mit dem von 1264 identisch zu seyn scheint. Er hätte demnach eine Periode von ungefähr 292 Jahren, und in diesem Zwischenraume finden sich wirklich Kometen in den Jahren 975 und 395, so daß er schon einmal beobachtet wäre, und um das Jahr 1848 wieder erwartet werden dürfte. Dieser Komet giebt, wenn man den Geschichtschreibern der damaligen Zeit trauen darf, einen merkwürdigen Beleg zur Geschichte des Aberglaubens im sechszehnten Jahrhundert. Der große Kaiser Karl V. soll durch die Erscheinung des Kometen im Jahre 1556

so in Schrecken gesetzt worden seyn, daß er ausrief: „His ergo indiciis me mea fata vocant“ „(durch diese „Warnung also ruft mich mein Schicksal,)“ und sich dadurch bewogen fand, die Kaiser-Krone seinem Bruder Ferdinand abzutreten.

Der merkwürdigste unter allen Kometen, deren Rückkehr zur Sonne mehrmals auf der Erde beobachtet zu seyn scheint, wiewohl es an eigentlichen astronomischen Beweisen dafür fehlt, ist unstreitig der vom Jahre 1680. Halley, der seine Bahn berechnete, fand es wahrscheinlich, daß er eine Periode von 575 Jahren hätte; und in der That hatten sich in den Jahren 1106, 531, nach Chr. Geb. und 44, 619, 1194, 1770, vor Chr. Geb. große Kometen gezeigt, wovon wenigstens die drey ersten in ihrer Bewegung mit dem von 1680 Aehnlichkeit hatten. Setzt man zur letzten Epoche 1770 noch eine Periode von 575 Jahren hinzu, so kömmt man auf das Jahr 2345, welches gerade die Zeit ist, in welche die meisten Chronologen die allgemeine Sündfluth setzen; und man hätte dann den Kometen, den Whiston als die Ursache dieser fürchterlichen Katastrophe ansah. Obgleich die Identität dieser Kometen sich nicht astronomisch beweisen läßt, weil die unvollkommenen Beobachtungen jener früheren Zeiten nicht hinlänglich sind, die Elemente der Bahn zu bestimmen, so machen doch folgende Betrachtungen die Sache sehr wahrscheinlich.

Kein Komet ist der Sonne so nahe gekommen wie dieser, der sich ihr beynahe zweyhundertmal mehr nähert als die Erde. Indem er die Sonne fast berührt, und sich tief in ihre Atmosphäre taucht, schleppt er einen Schweif mit sich, der einen großen Theil des Himmels bedeckt, und sich der Erde, bey der er sehr nahe vorbeygeht, in seinem ganzen Glanze zeigt. Es scheint also fast unmöglich, daß dieser Komet zur Sonne jemals zurückkehren könne, ohne auf der Erde bemerkt zu werden; man darf daher nur in den Chroniken die großen Kometen aufsuchen, die in gleichen Zwischen-Zeiten beobachtet sind, um die Periode dieses Welt-Körpers zu bestimmen. Da sich nun wirklich sieben solche Epochen finden, die 575 Jahre von einander entfernt sind, so erhält diese Periode einen hohen Grad von Wahrscheinlichkeit. Der beobachtete Lauf dieses Kometen umfaßt demnach unsere ganze Welt-Geschichte, und jede seiner Erscheinungen fällt in eine Zeit, die auch für die politische Geschichte unsers Planeten eine wichtige Epoche war.

Bey seiner ersten Erscheinung war er nicht bloß ein Unglücks-Prophet, sondern vielleicht die Zuchtruthe selbst, der die Vorsehung sich bediente, um, wie der Physiker sich ausdrücken würde, der Erde eine neue Gestalt zu geben, oder in der Sprache der Theologen, um von der Erde die Ungeheuer, die sie durch ihre Laster verunreinigten, durch eine Sündfluth wegzuschwem-

men. — Seine zweyte Erscheinung fällt in das gleichfalls durch eine Ueberschwemmung berühmte Zeitalter des Ogyges, unter dessen Regierung, einer alten Sage nach, Venus, die vielleicht mit diesem Kometen verwechselt ward, ihre Bahn, Gestalt und Farbe geändert haben soll. — Zum dritten Mal erschien er zur Zeit des trojanischen Krieges, dessen Andenken in den unsterblichen Gesängen Homers fortleben wird, wenn so viele andere Kriege längst vergessen sind: in jener romantischen Zeit war es, als die siebente der Plejaden, Elektra, trauernd über den Untergang ihres Vaterlandes, die Reihen-Länge ihrer Schwestern verließ, und mit niederhängendem Haare zum Nord-Pol entfloh; in der Sprache der Menschen, der behaarte Komet nahm seinen Lauf durch das Siebengestirn zum kleinen Bären. — Die vierte Erscheinung trifft genau mit dem berühmten Kometen der Sibyllinischen Orakel zusammen, in die Zeit der Zerstörung Ninive's, in das Ende der Regierung des vierten Königs von Rom, Ancus Martius. — Seine fünfte Erscheinung feyerte mit dem römischen Volke das Leichen-Begängniß Julius Cäsars: selbst die Sonne, in blässem Schleyer gehüllt, betrauerte den Tod des großen Mannes, und der langhaarige Komet, der sogar am Tage sichtbar, die Seele des Dictators zum Olymp führte, erhielt den Namen Julium Sidus. — Zum sechsten Mal erschien er im Anfange der tha-

tenreichen Regierung Justinians in Konstantinopel, und Nuschirwan's oder Kosroes in Persien: verheerende Kriege, Aufruhr, Hunger, Pest, und Erdbeben, verkündigte dieses Mal sein fürchterlicher Schweif. — Nicht minder wichtig für das Menschen-Geschlecht war der Anfang der Kreutz-Züge, die Epoche seiner siebenten Erscheinung; und eine der wichtigsten Epochen in der Geschichte der Astronomie war das Jahr 1680, da er sich der Erde zum achten Male zeigte. Durch die Berechnung seiner Bahn entdeckten Newton und Halley, daß die Kometen gleich den Planeten, Ellipsen um die Sonne beschreiben. — Sein neunter Durchgang durch die Sonnen-Nähe im Jahre 2255 wird vielleicht von den Nachkommen der jetzigen Wilden auf den Sandwich-Inseln oder in Nukahiwa beobachtet und berechnet werden.

Hiezu kann man noch den großen Kometen von 1811 setzen, dessen Bahn eine Ellipse von einer sehr großen Axe zu seyn scheint, die einen Umlauf von vielleicht dreytausend Jahren giebt; vorzüglich aber den merkwürdigen Kometen von 1819, der schon zu unserer Zeit in drey, wahrscheinlich in mehreren Durchgängen durch seine Sonnen-Nähe, in den Jahren 1795, 1805, und 1819, beobachtet ist. Seine Umlaufs-Zeit beträgt 1208 Tage, oder drey Jahre und 16 Wochen. Der nächste Durchgang fällt in die Mitte des Mays 1822, wo aber die Umstände so ungünstig waren, daß er auf

unserer Halbkugel nicht beobachtet werden konnte. Desto schöner muß er sich aber auf der südlichen Halbkugel, selbst dem bloßen Auge, gezeigt haben, und man kann jetzt (den 12. August 1822) bald Nachricht erwarten; daß er auf den von den Engländern neu angelegten Sternwarten in der Kap=Stadt und in Port Jackson beobachtet ist.

Obgleich nun die Kometen Ellipsen wie die Planeten, und nach eben den Gesetzen beschreiben, so findet doch zwischen ihren Bahnen ein so großer Unterschied Statt, daß die letzteren, wenigstens wenn man die im jetzigen Jahrhundert entdeckten Planeten ausnimmt, die gleichsam den dritten Abschnitt unsers Systems ausmachen, einen ganz isolirten Theil des Sonnen=Systems einzunehmen scheinen. — Alle Planeten, besonders mit Ausnahme Merkurs, der sich auch schon etwas zum dritten Abschnitte hinneigt, verrichten ihre Bewegung fast genau in derselben Ebne; die Kometen=Bahnen durchschneiden einander, so wie die Planeten=Bahnen, unter allen möglichen Winkeln und in allen möglichen Lagen, vom gänzlichen Zusammenfallen ganzer Ebnen bis zum senkrechten Stande gegen einander. — Alle Planeten, selbst die vier neuesten mitgezählt, laufen nach einer gemeinschaftlichen Richtung von der rechten nach der linken Seite um die Sonne; die Kometen durchkreutzen das ungeheure Gebiet unserer Sonne nach allen möglichen Richtungen,

und es ist nichts Ungewöhnliches, daß zwey Kometen in ganz entgegengesetzter Richtung laufen. — Die Bahnen aller Planeten weichen so wenig vom Kreise ab, daß die Aenderung ihrer Entfernung von der Sonne nur für die feinsten astronomischen Beobachtungen merklich ist; die Kometen-Bahnen sind so sehr eccentrisch, daß man, ohne einen beträchtlichen Fehler zu begehen, ihre Axe unendlich groß, oder anstatt der Ellipse eine Parabel annehmen kann, deren Eccentricität alle Gränzen übersteigt. Dieser Umstand verursacht zwischen beyden Arten von Welt-Körpern einen sehr wesentlichen Unterschied, sowohl in astronomischer als in physischer Rücksicht. So groß auch die Verschiedenheit ist, die in der Eccentricität unter den Planeten selbst Statt findet, so entfernen sie sich doch nie so weit von der Sonne, daß wir sie aus dem Gesichte verlieren, oder daß daraus nur ein merklicher Einfluß auf ihre Sichtbarkeit und Größe entsteht. Jeder Planet ist in seiner Sonnen-Ferne auf der Erde so gut sichtbar, wie in der Sonnen-Nähe; nur die Strahlen der zu nahen Sonne entziehen ihn unsern Augen auf wenige Tage. Die Kometen hingegen zeigen sich uns nur in dem kleinen Theil ihrer Bahn um die Sonnen-Nähe; nachdem sie einige Wochen oder Monate sichtbar gewesen sind, verlieren sie sich in der Tiefe des Himmels auf Jahrhunderte oder Jahrtausende. Jeder Planet ist beständig zwischen denselben zwey Planeten eingeschlossen, wie die

Erde zwischen Venus und Mars; die Kometen durchkreuzen alle Planeten-Bahnen, und sind bald Nachbaren des Merkurs, bald des Uranus, oder noch weit entfernterer uns unbekannter Planeten. Die geringe Eccentricität der Planeten-Bahnen bringt bey ihnen keine merkliche Aenderung in der scheinbaren Größe der Sonne, folglich auch in der Erleuchtung und der Erwärmung, die ihr Klima und ihren ganzen physischen Zustand bestimmen, hervor; allein aus der Sommer-Hitze ihres Periheliums, wo sie beynahe in dem Licht-Meere der Sonne selbst schwimmen, gehen die Kometen in den Winter ihres Apheliums über, wo ihnen die Sonne nur als der schönste Stern des Firmaments erscheint.

Dieser Kontrast wird sich am deutlichsten zeigen, durch eine Vergleichung unsers Planeten mit dem großen Kometen von 1680. Nur durch astronomische Instrumente gemessen, erscheint die Sonne in einer Jahres-Zeit etwas kleiner als in der anderen; aber der Unterschied ist so geringe, daß die alten Astronomen ihn nicht bemerkten; und weder das Gefühl der Wärme, noch die feinsten Beobachtungen des Physikers würden je entdeckt haben, daß die Sonne uns näher ist, wenn wir auf der nordlichen Hälfte der Erde Winter haben; und daß wir uns in der Sonnen-Ferne befinden, wenn wir im Julius vor Hitze verschmachten. Der Komet von 1680 kam der Sonne 166 mal näher als die Erde,

65 mal näher als Merkur; er war von dem Sonnen-Körper nur 28000 Meilen entfernt, ungefähr halb so weit als der Mond von der Erde. Hier erschien ihm die Sonne so ungeheuer groß, daß ein rechter Winkel sie nicht umfaßte, und daß die Bewohner dieses merkwürdigen Kometen das Haupt der Sonne über ihrem Zenit schweben sahen, wenn ihr Fuß den Horizont berührte, so daß ein gen Mittag gewandtes Auge den ganzen Himmel von dieser Licht-Kugel bedeckt sah, und nichts außer der Sonne erblickte, als wenn es sich auf diesem Zentral-Körper selbst befände. Nach dreyhundert Jahren war dieser Komet von der Sonne 138 mal weiter als die Erde, und siebenmal weiter als Uranus, so daß ihm die Sonne viermal kleiner als uns Jupiter, also nicht viel größer als Sirius erschien.

Einen noch auffallenderen Unterschied bringt die große Eccentricität dieser Welt-Körper in der Geschwindigkeit ihrer Bewegung hervor. Die Erde bewegt sich so gleichförmig um die Sonne, daß ihre Geschwindigkeit, im ganzen Laufe des Jahres, sich nur um den achten Theil einer Meile in einer Sekunde ändert, und immer ungefähr zehntausendmal langsamer als das Licht ist. Der Komet von 1680 durchläuft in seinem Perihelium mit einer achtzehnmal größeren Geschwindigkeit als die Erde, und nur fünf- bis sechshundertmal langsamer als der schnellste Körper den wir kennen, das Licht, 72 Meilen in einer Sekunde; im Aphelium be-

wegt er sich 23000mal langsamer, und schleicht nur durch 78 Fuß in einer Sekunde. Hier steht er fast unbeweglich wie die Fixsterne, und gebraucht sieben Wochen, um den kaum merklichen Winkel von einer Sekunde um die Sonne zu beschreiben; im Perihelium fliegt er gleich einer Sternschnuppe vor der Sonne vorüber, und durchläuft in einer Stunde einen Bogen seiner Bahn von 125 Grad.

Der große Unterschied, der zwischen den Bahnen der Planeten und der Kometen Statt findet, giebt sehr wichtige Aufschlüsse über die Einrichtung, und vielleicht den Ursprung unsers Sonnen-Systems, die ich aber zum künftigen Bande aufsparen muß, so wie alles was noch über die physische Beschaffenheit der Kometen zu bemerken ist, um diesen Artikel nicht zu sehr zu verlängern.

P h y s i k.

Ueber das Licht.

(Fortsetzung.)

Die Farben.

Alle im dritten Bande dieser Sammlung erzählten Wirkungen, und die unzähligen dadurch veranlaßten Entdeckungen sind eine einfache geometrische Folge aus der Krümmung der Bahn der Licht-Strahlen; und in so fern ist die ganze Theorie des Lichtes ein Gegenstand mathematischer Rechnungen, wie die Bahn jedes bewegten Körpers, es mag ein Licht-Kügelchen, ein Komet, oder eine Kanonen-Kugel seyn. Allein nicht blos der Weg, den das Licht durchläuft, auch die physischen Eigenschaften dieser räthselhaften Materie, verdienen unsere Aufmerksamkeit wegen der wichtigen und wohlthätigen Wirkungen, die sie in jedem Augenblicke auf unser ganzes Daseyn äußern.

Jeder sichtbare Körper erscheint uns mit einer gewissen Farbe: selbst die Flamme des Feuers ist weiß, gelb, roth, grün, oder blau, nach dem verschiedenen Stoff, der sie unterhält; nur das Sonnen-Licht ändert seine Farbe nie, woraus allein folgt, daß es keine Flamme ist. Die Menge der verschiedenen Farben ist so

groß, daß unsere Sprachen nur für den kleinsten Theil derselben Namen haben, und täglich neue Namen erfunden werden; und so vermischt ist das Farben-Spiel, welches sich uns zugleich zeigt, daß wir mehrentheils verlegen sind, welchen Namen wir der Farbe eines Körpers geben sollen.

Dieser Mischung der Farben verdanken wir die größten Schönheiten der Natur und der Kunst, von der bemalten Leinwand bis zum Bogen der Iris. Mit Vergnügen weilt das Auge auf einer Landschaft, die mit dem bunten Schmelz der Blumen, dem sanften Grün der Wiesen, dem dunkeln Grün der Wälder, dem Golde reifer Korn-Felder, dem Blau sich schlängelnder Bäche gefärbt ist: das Gesicht einer Venus verliert im Sarge den Reitz, den ihm das sanfte Gemisch rother, weißer, brauner und bläulicher Farben im Leben gab; und selbst der gestirnte Himmel erhält seine Schönheit durch das dunkle Blau des Grundes, der jenen Diamanten, die in alle Farben spielen, zum Grunde liegt.

Welche magische Kraft bringt diesen Zauber der Farben hervor? Worin besteht der so verschiedene Eindruck, den die blaue oder rothe Farbe auf unsere Seele macht? Was giebt der Lilie ihr blendendes Weiß, der Rose ihr sanftes Roth, dem Veilchen das schöne Blau? Was färbt den Rubin Blut-roth, den Saphir Himmelblau, den Smaragd Gras-grün? Nicht die größere

oder geringere Stärke des Lichtes, oder die Brechung der Strahlen macht den Unterschied der Farben: denn selbst im Feuer der Sterne und unserer Feuerwerke unterscheiden wir roth, gelb, grün, und blau; und der rothe oder blaue Strahl kann durch Glas in jede Richtung gebrochen werden, ohne seine Farbe zu ändern. Das Licht muß also außer seiner schnellen Bewegung, außer seiner Kraft die Körper sichtbar zu machen, noch andere Eigenschaften haben, wodurch die bloße Zeichnung der Gegenstände ihr Colorit erhält, und wodurch blaues Licht vom rothen oder gelben wirklich verschieden ist. Allein worin besteht dieser Unterschied? oder vielmehr, da der Begriff der Farben zu den einfachen sinnlichen Begriffen gehört, die sich nur empfinden aber nicht erklären lassen, welches ist die physische Ursache dieses Unterschiedes?

Nach Euler besteht das Licht überhaupt in den Schwingungen des Aethers, so wie der Schall in den Schwingungen der Luft; und die Farben unterscheiden sich von einander durch die schnellern oder langsamern Schwingungen, eben so wie die höhern von den tiefern Tönen in der Musik, auf welche die Stärke oder die Richtung des Schalls eben so wenig Einfluß hat wie die Stärke oder die Brechung des Lichtes auf die Farben. Man kann demnach die sieben Farben des Regen-Bogens mit der Ton-Leiter (Gamme) vergleichen, die innere oder unterste Farbe, Violet, wie das un-

tere C (Ut), die mittlere, Grün, wie die Quinte (Sol), und die äußere oder oberste, Roth, wie die obere Oktave c ansehen; und in der That findet zwischen dem Violet und dem Purpur=Roth eine genaue Verwandtschaft Statt, wie zwischen jedem Ton und seiner Oktave. Nach dieser Hypothese unterscheiden sich die Spiegel=Flächen oder die durchsichtigen Körper von den dunkeln dadurch, daß jene die Schwingungen des Lichts, so wie sie auf sie stoßen, zurück oder weiter schicken, die Oberfläche der dunkeln Körper aber selbst durch das Licht in ein Zittern geräth, und dem Aether Schwingungen mittheilt, die den Körper dem Auge sichtbar machen, und ihn z. B. grün erscheinen lassen, wenn seine Oberfläche nur im Stande ist, Vibrationen von der Schnelligkeit der grünen Farbe anzunehmen, obgleich er von gelbem Lichte erleuchtet wird, so wie eine Saite immer denselben Ton angiebt, der ihrer Länge, Dicke, und Spannung gemäß ist, sie mag mit dem Finger gerissen, oder mit dem Bogen langsam oder schnell gestrichen werden. Die Spiegel kommen also mit dem Echo, die durchsichtigen Körper mit dem Sprach=Rohr oder der den Schall fortpflanzenden Luft überein, und dunkle von fremdem Licht erleuchtete Körper sind die Saiten einer Violine, die durch den starken Ton eines andern Instruments von selbst in Bewegung gesetzt werden, und den nämlichen oder einen harmonischen Ton angeben. Schwarze Körper sind

solche, deren Oberfläche gar keine Schwingungen machen kann; die weiße Farbe, die alle andere in sich vereint, ist ein bloßes verworrenes Geräusch, ohne bestimmten Ton. — Diese Erklärung ist so genialisch, daß man sich wirklich ungern durch die geometrischen Schwierigkeiten, die ihr entgegenstehen, gezwungen sieht, sich von ihr zu trennen.

Nach Newton strömt die Licht-Materie wirklich aus den leuchtenden Körpern aus. Diese äußerst feine Materie ist aus Theilchen von verschiedener Größe zusammengesetzt, wovon die kleinsten die violetten, die größten die rothen Strahlen bilden. Auch dieser Erklärung fehlt es nicht an Schwierigkeiten, und es scheint wohl, daß es dem Menschen nie gelingen wird, in das Wesen der Dinge einzudringen. Ohne daher die Erklärung eines Geheimnisses, das die Natur sich vorbehalten zu haben scheint, zu suchen, wollen wir die Entdeckungen über die Farben, die größtentheils von Newton gemacht sind, kennen lernen.

Wenn man die Sonnen-Strahlen, die durch eine kleine Oeffnung in ein dunkles Zimmer fallen, mit dem bekannten gläsernen Prisma, das horizontal gehalten wird, auffängt, so entwirft sich auf einer weißen Fläche ein Farben-Bild (Spectrum oder Gespenst genannt), das fünfmal so hoch als breit ist, und in dem man von unten nach oben sehr deutlich roth, orange,

gelb, grün, blau, indigo, violet unterscheidet, so daß das rothe Licht am wenigsten, das violette am meisten, von seinem ersten Wege durch das Prisma abgelenkt oder gebrochen ist. Wenn man diese durch das Prisma getrennten farbigen Strahlen wieder durch eine Linse sammelt, so zeigt sich auf einem weißen Papier, welches im Vereinigungs-Punkt der Strahlen gehalten wird, nur weißes Licht; näher am Glase aber, wo die Strahlen sich noch nicht vereinigt haben, zeigt sich eben jenes Farben-Bild, nur näher zusammengebracht, und jenseits des Glases, wo sich alle Strahlen durchkreuzt haben, erscheint das Farben-Bild in verkehrter Ordnung, roth oben, violet unten. Die Folgen aus diesem Versuche sind so in die Augen fallend, daß daraus von selbst eine der größten Entdeckungen gemacht ward, nämlich: der ungefärbte weiße Licht-Strahl ist nicht einfach, sondern aus unzähligen verschiedenen Strahlen zusammengesetzt, deren jeder eine eigenthümliche Farbe hat, und wovon das Auge besonders sieben deutlich unterscheidet. Alle Licht-Strahlen werden zwar bey ihrem Eintritt in einen andern Körper gebrochen, aber nicht auf gleiche Art: die rothen Strahlen am wenigsten, gelbe, blaue mehr, und am stärksten die violetten. Wenn man also den Licht-Strahl durch die Refraction zerspaltet, so erscheinen diese Farben einzeln neben einander; und durch eine Linse vereinigt, bringen sie wieder die weiße Farbe hervor, die

nichts anders als eine innige Verbindung, ein gleichförmiges Gemisch aller möglichen Farben ist.

Wenn man das Farben-Bild oder Spectrum mit einem Brett auffängt, in dem eine kleine Oeffnung befindlich ist, durch welche nur Strahlen von einer Farbe z. B. grüne fallen, so ändern diese Strahlen ihre eigenthümliche Farbe weder durch die Brechung eines Prisma noch durch die Reflexion, sondern bleiben immer grün; hingegen solche grüne Strahlen, die nicht natürlich, sondern aus der künstlichen Vermischung von gelb und blau entstanden sind, werden durch das Prisma wieder in ihre einfachen Bestandtheile, gelb und blau, aufgelöset. Es ist also ein wesentlicher Unterschied zwischen den einfachen oder Grund-Farben, die durch die Brechung, und den zusammengesetzten, die durch die Mischung mehrerer Farben, durch Färbung hervorgebracht werden: letztere sind nur eine Täuschung des Auges, das in der That zwey Farben zugleich sieht und eine mittlere zu sehen glaubt, wovon man sich deutlich überzeugen kann, wenn man blaues und gelbes Pulver untereinander mischt, welches dem Auge grün scheint, obgleich es seine Farben nicht geändert hat, die man durch das Mikroskop auch deutlich unterscheidet. Diese Vermischung findet auch bey den prismatischen Farben Statt, und es ist merkwürdig, daß nur sehr nahe bey einander liegende Farben, nicht aber die weiter von einander entfernten, die zwi-

schen ihnen liegende Farbe hervorbringen: so bildet Himmel=blau und Gelb, aber nicht Indigo und Orange, das zwischen beyden liegende Grün.

Die natürlichen Farben der Körper z. B. der Blumen, entstehen aus der besondern Beschaffenheit ihrer Oberfläche, wodurch sie nur im Stande sind, blaue oder rothe Strahlen entweder allein, oder doch so viel stärker als die übrigen zurückzuwerfen, daß diese Farbe die herrschende wird, weil die übrigen wegen ihrer größern oder geringern Brechung nicht reflektirt werden können, sondern sich im Innern des Körpers verlieren. Dies beweisen folgende Versuche. Wenn man im dunkeln Zimmer ein rothes oder blaues Papier bloß durch rothe oder blaue Strahlen erleuchten läßt, so erscheint es in weit stärkerm Lichte, als wenn man Strahlen von anderer Farbe darauf fallen läßt, von denen es nur wenige zurückwerfen kann. — Wenn man zwey Prismen, deren eins mit rothem, das andere mit blauem Liquor angefüllt ist und die beyde einzeln vollkommen durchsichtig sind, zusammenhält, so werden sie undurchsichtig: denn das hintere blaue Glas erhält die einzigen Strahlen die es durchläßt, die blauen, nicht, sondern empfängt von dem vordern nur rothe Strahlen die es nicht durchläßt; beyde verbunden lassen also gar keine Strahlen durch.

Der Regen=Bogen.

Bey dem Regen=Bogen vertritt jeder einzelne Regen=Tropfen, den man als ein Wasser=Kügelchen ansehen kann, die Stelle des Prisma. Wenn der Beobachter die Sonne hinter sich und eine Regen=Wolke vor sich hat, so wird der Sonnen=Strahl, bey dem Eintritt in jeden Regen=Tropfen, an der vordern Fläche desselben gebrochen: jeder so gebrochene Strahl wird zum Theil von der hintern Fläche auf die vordere reflektirt; einige dieser reflektirten Strahlen fallen auf die vordere oder innere Fläche unter einem solchen Winkel, daß sie wirklich austreten und in das Auge gelangen, nachdem sie bey diesem Austritt eine zweite Brechung gelitten haben; andere aber fallen so schief auf, daß sie nicht gebrochen werden können, sondern zum zweyten Male nach innen zurück geworfen werden, und dann erst nach einer zweyten Brechung in die Luft und durch sie in das Auge treten. Hieraus entstehen zweyerley Strahlen: beyde sind zweymal gebrochen, die erstern aber sind nur einmal, die andern zweymal reflektirt. Man sieht leicht, daß beyde in ganz verschiedenen Richtungen in das Auge gelangen, mithin die Bilder, die sie in unserm Auge erregen, weit von einander entfernt seyn müssen; daß ferner die letztern viel schwächer als die erstern seyn werden, weil sie einmal mehr reflektirt sind, und bey jeder solchen Operation Licht verloren geht.

Die meisten Strahlen von beyden Arten, die von einem Punkt der Sonne ausgegangen sind, erhalten durch die doppelte Brechung und die Reflexion eine solche Lage, daß sie bey ihrem endlichen Austritt in die Luft sich von einander entfernen (divergiren); daher nur einer oder sehr wenige von ihnen in das Auge fallen können, wodurch ein ganz unmerkliches Bild von dem Punkt der Sonne entsteht, aus dem sie ursprünglich herkommen. Da aber die Wolke aus unzähligen Tropfen besteht, so wird es eine Schichte geben, die eine solche Lage gegen die Sonne und das Auge haben, daß die Strahlen aus einem Punkt der Sonne, nach der doppelten Brechung, parallel in das Auge gelangen, mithin jeder Tropfen in dieser Schichte von jedem Punkte der Sonne ein deutliches Bild, d. i. einen hellen lebhaften Punkt bildet. Da nun alle Tropfen dieselbe Lage gegen die Sonne und das Auge haben müssen, welche hiezu erfodert wird, so liegen sie nothwendig in in einem Kreise, dessen Mittelpunkt der Sonne gerade gegenüber liegt: folglich macht die ganze Reihe der Bilder von einem einzigen Punkt der Sonne einen Kreis-förmigen Licht-Bogen. Da es nun mit jedem andern Punkt der Sonne eben die Bewandniß hat, so geben die Bilder der ganzen Sonne einen Kreis-förmigen Streifen, dessen Breite dem Durchmesser der Sonne gleich ist. Dieser Streifen würde die gelbe Farbe der Sonne haben, wenn nicht die Sonnen-Strahlen nach

ihrer Farbe auf verschiedene Art gebrochen würden, so daß ihre Bilder nicht zusammenfallen, sondern sich neben einander legen, wodurch die Breite des Regen-Bogens viermal größer, oder viermal so groß wird, als die Sonnen-Scheibe. Damit nämlich die rothen Strahlen ein deutliches Bild im Auge erhalten, müssen die Tropfen oder der von ihnen gebildete Kreis eine andere Lage haben, als bey den gelben und violetten Strahlen, so daß jede Art von Strahlen aus andern Schichten von Regen-Tropfen in das Auge gelangen, und einen besondern Kreis bilden. So entstehen so viele concentrische Kreise als es Farben giebt, und man unterscheidet deutlich von innen nach außen, oder von unten nach oben, den violetten, indigo, hellblauen, grünen, gelben, orange, und rothen Bogen: der ganze schöne Gürtel umgibt den der Sonne entgegengesetzten Punkt in einer Entfernung von 40 Grad, und ist ungefähr viermal so breit als die Sonne.

Dies ist der Haupt-Regenbogen, der zu unterst steht, und sich durch die Lebhaftigkeit seiner Farben auszeichnet: er entsteht ans den Strahlen der ersten Art, die nur einmal reflektirt sind. Die übrigen Strahlen die, wie wir gesehen haben, zum zweytenmal zurückgeworfen wurden, ehe sie nach der zweyten Brechung aus dem Regen-Tropfen in die Luft treten, bringen dieselbe Wirkung hervor, woraus oberhalb ein zweyter Regen-Bogen entsteht, der den ersten einschließt, aber aus

dem oben angeführten Grund weit schwächer ist, und in dem die Farben, wegen der zweyten Reflexion, eine umgekehrte Lage erhalten, so daß der rothe Bogen unten, der violette oben steht: er ist beynahe zweymal so breit als der Haupt-Regenbogen, und um mehr als seine doppelte Breite, neuntehalb Grad, von ihm entfernt.

Wenn man nach der durch das Prisma bekannten Theorie der Brechung der verschiedenen Farben, eine genaue Rechnung anstellt, so findet man alle bisher mitgetheilten Resultate vollkommen so, wie die Beobachtungen sie zeigen: wodurch die Richtigkeit dieser Erklärung außer allen Zweifel gesetzt wird. Es ist dies ein merkwürdiges Beyspiel, wie die Natur die erhabensten Wirkungen und größten Schönheiten durch die kleinsten Mittel bewerkstelligt: den schönen Bogen der Iris bildet sie durch die Brechung und Zurückwerfung des Lichts auf den innern Wänden eines Regen-Tropfens; eine Phantasmagorie im größten Maasstabe. Als Kontrast können die wichtigen Entdeckungen über die Natur des Lichts dienen, welche Newtons Genie aus einem bekannten Kinderspiel, nämlich aus den Farben der Seifen-Blasen herleitete.

Da jeder Tropfen, um den rothen oder blauen Theil des Regen-Bogens zu bilden, eine bestimmte Lage gegen das Auge haben muß, so ist es gewiß, daß jeder Mensch seinen eigenen Regen-Bogen sieht, das

heißt, daß der Regen=Bogen, den er sieht, durch andere Tropfen gebildet wird. Allein auch der einzelne Mensch sieht, wegen des niederfallenden Regens, in jedem Augenblick den Regen=Bogen im Spiegel anderer Tropfen, so daß jeder niederfallende Tropfen dem Auge zuerst rothes, dann gelbes, grünes, blaues Licht zuschickt, aber beständig durch neue Tropfen ersetzt wird, wodurch der Regen=Bogen unverändert bleibt, so lange der Regen anhält. Ist die Regen=Wolke aber unterbrochen, so besteht auch der Regen=Bogen aus getrennten Theilen.

Steht man auf einem etwas erhabenen Orte, so daß ein Theil des Regens das Land bis zum äußersten Horizonte bedeckt, so werden die Schenkel des Regen=Bogens, die sich in diesen Tropfen spiegeln, auch einen Theil des Landes zu bedecken scheinen, und man sieht die Felder oder Wiesen durch die Farben des Regen=Bogens. Es herrschte ehedem der Aberglaube, daß da wo die Schenkel des Bogens auf der Erde ruhen, goldene Schüsseln vergraben wären; es ging aber denen, welche diese Schüsseln suchten, wie allen Schatz=Gräbern: anstatt Gold zu finden, verloren sie ihre Zeit; denn sie konnten die Schenkel, die immer vor ihnen flohen, nie einholen, weil bey dem Fortrücken des Auges auch der Regen=Bogen seine Stelle ändert.

Je höher die Sonne über dem Horizonte steht, desto tiefer fällt der ihr gegenüberstehende Punkt oder

der Mittelpunkt des Bogens unter den Horizont, folglich bey einer beträchtlichen Höhe der Sonne (von einem halben rechten Winkel) auch der ganze Regen-Bogen, da dann nur der schwächere obere Bogen sichtbar ist, der bey einer noch größern Höhe der Sonne ebenfalls verschwindet. Dies ist der Grund, warum wir des Sommers in den Mittags-Stunden nie Regen-Bogen haben. Bey dem Auf- oder Untergange der Sonne steht der Mittelpunkt, also auch der entgegengesetzte Punkt, im Horizont, und der Regen-Bogen bildet einen vollkommenen Halb-Kreis. Ist die Sonne nahe unter dem Horizonte, so sieht man sogar mehr als einen Halb-Kreis, der aber bey größerer Tiefe der Sonne verschwindet, weil wegen des Schattens der Erde die Sonnen-Strahlen nicht mehr auf die Regenwolke fallen können.

Wenn die Sonne niedrig, der Beobachter hoch steht und der Regen sehr nahe ist, so kann der Mittelpunkt so hoch liegen, daß der untere Theil des Regen-Bogens auch über den Horizont fällt, und man einen ganzen farbigen Kreis sieht. Dies ist der Fall bey Fontänen und Wasserfällen; etwas ähnliches zeigt sich auf einem stürmischen Meere, wenn die Wellen sich in Tropfen in der Luft zertheilen.

Auch der Mond bildet zuweilen Regen-Bogen, die auf derselben Theorie beruhen, aber an Lebhaftigkeit der Farben dem eigentlichen Bogen der Iris so weit nach-

nachstehen, wie das Mond=Licht dem Sonnen=Lichte. Dieses schöne Nacht=Stück war schon den Alten bekannt, ist aber so selten, daß ich mich nur erinnere, es einmal in meinem Leben deutlich gesehen zu haben.

Achromatische Fernröhre.

So angenehm das Farben=Spiel des Regen=Bogens für die Augen ist, so nachtheilig ist der Einfluß, den die Ursache dieses Farben=Spiels auf die Fernröhre hat. Da die blauen Strahlen stärker gebrochen werden als die rothen, so vereinigen sie sich auch um so eher nach der Brechung: die blauen Strahlen haben also ihren Vereinigungs=Punkt oder ihr Bild näher hinter dem convexen Glase als die grünen, und diese näher als die gelben, das Bild der rothen aber fällt am weitsten hinter dem Glase. Anstatt eines Bildes von jedem Gegenstand erhält man demnach eine Reihe gefärbter Bilder, deren Strahlen sich mit einander vermengen, und dadurch den Gegenständen solche Farben geben, wodurch die Deutlichkeit sehr leidet. Diese Regenbogen=Farben sind allen gewöhnlichen Fernröhren gemein, und erst nach mehr als hundert Jahren gelang es, dieses große Hinderniß aus dem Wege zu räumen. Die erste Idee zu dieser glücklichen Erfindung gab die Betrachtung des menschlichen Auges, welches, wie wir gesehen haben, nach denselben Gesetzen wie die Fernröhre eingerichtet ist, in welchem aber die Natur durch die

Verbindung mehrerer Flüssigkeiten Mittel gefunden hat jenen nachtheiligen Farben-Ring zu vermeiden. Man machte daher ähnliche Versuche, das Objectiv-Glas eines Fernrohrs aus mehrern Glas-Arten zusammenzusetzen; und nach dem englischen Künstler, dem diese Versuche zuerst vollkommen glückten, heißen solche Fernröhre, die durch die Zusammensetzung des Objectivs achromatisch, das heißt farbenlos gemacht sind, noch jetzt Dollond'sche. Ihre Theorie ist folgende.

Da die Hohlgläser die Strahlen zerstreuen, die Linsen aber sie einander nähern, so werden die blauen Strahlen, da sie die größte Brechung leiden, hinter der Linse der Mitte oder der Axe näher, hinter dem Hohlglase aber weiter davon entfernt liegen, als die rothen; und es ist offenbar, daß man ein hohles Glas mit einem converen so verbinden kann, daß die aus beyden entstehenden Trennungen der Farben genau gleich sind, mithin einander aufheben. Wäre nun auch die Brechung in beyden Gläsern gleich, so würde auch diese sich aufheben, folglich gar keine Vergrößerung erhalten werden. Da aber die Total-Wirkung eines astronomischen Fernrohrs die Sammlung der Strahlen zu einem Bilde seyn soll, welches sich nur durch convexe Gläser erhalten läßt, so muß die Brechung der Linse die des Hohlglases übertreffen, obgleich beyder Farben-Zerstreuungen gleich sind; das heißt, die Linse muß aus einer Glas-Art verfertigt werden, die das Licht bey

gleicher Farben-Zerstreuung stärker bricht, also bey gleicher Brechung, oder Kraft seiner natürlichen Beschaffenheit, die Farben weniger zerstreut, als die Materie, woraus das Hohlglas gemacht ist. Dollond entdeckte diese Eigenschaft in einem hohen Grade an dem schönsten weißen englischen Krystall-Glase, flint-glass genannt, und an einer grünlichen Glas-Art, welche die Engländer crown-glass nennen, wovon das erstere die Farben weit mehr zerstreut als das letztere, obgleich beyde das Licht beynahe gleich stark brechen. Er setzte also das Objectiv aus einer Linse von crown-glass und einem Hohlglase von flint-glass zusammen: und diese Erfindung ist nachher durch die dreyfachen Objective, die aus zwey Linsen von crown-glass, welche ein Hohlglas von flint-glass einschliessen, zusammengesetzt sind, zu solcher Vollkommenheit gebracht, daß die jetzigen achromatischen Fernröhre nicht allein ganz frey von Farben sind, sondern überhaupt eine weit größere Deutlichkeit geben, so daß z. B. ein Fernrohr mit dreyfachem Objectiv-Glase von zehn Fuß Länge eine Wirkung thut, die man kaum mit einem gewöhnlichen Fernrohre von zweyhundert Fuß Länge erhalten würde.

Inflexion.

Eine andere merkwürdige Eigenschaft des Lichts ist dessen Beugung oder Inflexion, die vielleicht der stärkste Beweis für die Materialiät des Lichts ist. Es

wird nämlich, wenn es sehr nahe bey einem undurchsichtigen Körper vorbey geht, von seinem Wege abgelenkt als wenn es von dem Körper angezogen oder zurückgestoßen würde; und auch diese Beugung wirkt gleich der Brechung, auf blaue, gelbe und rothe Strahlen in verschiedenem Grade. Wenn man in einem dunkeln Zimmer den Licht-Strahl zwischen zwey scharfen Messerschneiden, die so nahe wie möglich gebracht werden, ohne sich doch zu berühren, durchfallen läßt, so trennt er sich in zwey Theile, die einen dunkeln Raum zwischen einander lassen. Aus eben der Ursache wirft jeder den Sonnen-Strahlen ausgesetzte Körper einen größern Schatten, als er thun würde, wenn die Strahlen an seinen Rändern nicht gebogen würden; und dieser Schatten ist mit einem farbigen Saum umgeben.

Erwärmende Kraft des Lichts.

Die färbende Kraft des Lichts ist gleichsam eine Nüance zwischen den bloß optischen und den physischen Eigenschaften dieses Elements. Sie hat uns gezeigt, daß der Licht-Strahl, der das feinste Elementar-Wesen zu seyn scheint, in der That aus unzähligen Fibern zusammengesetzt ist, die sich durch ein Stück Glas, durch einen Regen-Tropfen zerspalten, und durch ein anderes Stück Glas wieder zusammen kleben lassen; und es ist mehr als wahrscheinlich, daß der blaue Strahl vom rothen nicht bloß dadurch verschieden ist, daß er sich

leichter brechen und biegen läßt, daß er gleichsam weicher, nachgebender und feiner ist, vielleicht aus kleinern Theilchen besteht, der rothe hingegen von festerer, gröberer Natur ist, sondern daß wirklich das blaue Licht andere physische Eigenschaften hat als das gelbe oder rothe, die sich nicht bloß unserm Auge, sondern auch unserm Gefühle merklich machen, und sich durch andere mehr versteckte Wirkungen äußern.

Eine andere physische Eigenschaft des Lichts, die unserm Gefühle die angenehmsten und die schmerzhaftesten Empfindungen giebt, die wohlthätigsten und zerstörendsten Wirkungen anrichtet, ist die allgemein bekannte Kraft, Wärme hervorzubringen. Licht und Wärme sind mehrentheils mit einander verbunden, aber doch nicht immer, so daß es nicht so leicht zu entscheiden ist, ob man einen oder zwey verschiedene Stoffe für diese große Triebfeder der Natur annehmen soll. Ist Licht und Wärme-Stoff eine und dieselbe Materie, die unter andern Umständen ganz verschiedene Wirkungen hervorbringt? Hat vielleicht nur derjenige Theil der Strahlen, der die Körper durchdringt oder von ihnen zurückgeworfen wird, die Eigenschaft zu leuchten, und ist der übrige Theil, der von dem Innern der Körper eingesogen und verschluckt wird, und der sonst ganz verloren gehen würde, zum Erwärmen bestimmt? Ist das Feuer ein vom Lichte ganz verschiedener Stoff, der in allen Körpern mehr oder weniger enthalten ist, und

von dem letztern Theile der Licht=Strahlen in Thätigkeit gesetzt und fühlbar gemacht wird? Diese und so viele andere Fragen sind noch nicht von den Physikern beantwortet, und man thut besser, die Thatsachen kennen zu lernen, als sie erklären zu wollen.

Die genaue Verbindung des Lichts und der Wärme ist eine so alltägliche Erfahrung, und man ist so sehr geneigt beyde Kräfte für eine Kraft zu halten, daß es nur nöthig seyn wird, auf ihren Unterschied aufmerksam zu machen. Das Licht bringt unstreitig Wärme hervor, wie uns die Sonne sehr kräftig beweist, und wie jedes Kind weiß, das sich die Finger am Licht verbrannt hat; aber nicht jede Wärme entsteht aus Licht, sondern auch aus Reibung, Gährung, u. s. w. wobey wenigstens nur ein äußerst schwaches Leuchten Statt findet. Erhizte Metalle, so lange sie nicht glühen, haben nicht mehr Licht als die kalten, wie derjenige der sich daran verbrannt hat, sehr wohl weiß; und die Wärme eines ausgebrannten Ofens, so wie der Luft, ist ohne alles Licht. — Von der andern Seite gibt es auch viele leuchtende Körper, die nicht die geringste Wärme auf unser Gefühl äußern: dahin gehört Phosphor, faules Holz, die unzähligen Thierchen die den Ocean zu einem Feuer=Meere machen, u. s. w. — Es ist eine bekannte Erfahrung, daß die sogenannte Ofen=Wärme auf die Körper ganz anders wirkt, als die Sonnen=Wärme, so wie Glühhitze, oder mit Licht verbundene Wärme,

anders als dunkle Wärme. — Wir werden unten Beyspiele von den großen Wirkungen sehen, die das Licht als Licht, ohne alle Wärme, auf die Körper aller drey Natur-Reiche äußert, und die von den Wirkungen der Wärme sehr verschieden sind. Noch mehr, Licht und Wärme-Stoff sind nicht allein, wie wir gesehen haben, häufig von einander getrennt, sondern haben in der That sehr verschiedene Eigenschaften und folgen sehr verschiedenen Gesetzen. Die Wärme pflanzt sich äußerst langsam fort, und nur auf geringe Entfernungen; das Licht durchläuft in wenigen Minuten das ganze Sonnen-System. Das Licht dehnt die Körper nicht aus, wie die Wärme. Licht und Wärme werden durch ganz verschiedene Mittel fortgeleitet: Luft und Glas, durch die das Licht ungehindert dringt, leiten die Wärme fast gar nicht; die Metalle hingegen sind für die Wärme sehr durchdringlich, für das Licht nicht. Daher kömmt der auffallende Unterschied, daß zwar Ofen-Hitze durch Brenn-Spiegel eben sowohl als Sonnen-Wärme verstärkt, durch Brenn-Gläser hingegen geschwächt wird, weil das Glas, als ein schlechter Wärme-Leiter, zum Feuerschirme dient. — Durch Sonnen-Wärme oder durch Licht werden, selbst im Brennpunkte des Brennglases, vollkommen durchsichtige Flüssigkeiten, wie Wasser, Weingeist, u. s. w. nicht einmal bis zum Aufwallen erhitzt, welches über einer Lampe sehr bald erfolgt; die Luft wird so wenig erwärmt, daß man in

dem Augenblick da das Brennglas weggenommen ist, die Hand im Brennpunkte halten kann, ohne die geringste Wärme zu empfinden. Die Erfahrung zeigt sogar, daß der Brennpunkt für die Wärme weiter entfernt ist als der für das Licht, so daß der hellste Punkt dem Brennglase näher liegt als der wärmste. — Durch äußere oder mechanische Kraft läßt sich der Wärme-Stoff, aber nicht das Licht, aus Luft, Kohlen, und andern Körpern, wie aus einem Schwamm ausdrücken, wovon das unter dem Namen Condensator bekannte Feuerzeug ein Beyspiel giebt. — Die Wärme des Lichts läßt sich nicht so durch Blasebälge leiten, wie der durch Ofen-Feuer erhitzte Luft-Strom, der Metalle glühend macht. — Selbst bey dem wirklichen Entzünden wirkt das Licht anders als dunkle Wärme: diese verwandelt die Körper in Dämpfe, das Licht verbrennt, ohne Verdünstung oder Krystallisation zu bewirken.

Diese und andere Erfahrungen setzen es fast außer Zweifel, daß Licht und Wärme-Stoff wirklich von einander verschieden, aber mehrentheils vereinigt sind; daß die Licht-Strahlen, wenn sie sich mit den Körpern innig verbinden (das ist, derjenige Theil von ihnen, der als sichtbares Licht weder gebrochen noch reflektirt, sondern vom Körper verschluckt oder in seinem Innern festgehalten wird), den in den Körpern verborgenen Wärme-Stoff frey machen, und dadurch

fühlbare Wärme hervorbringen. Hieraus ist es begreiflich, daß schwarze Körper, weil sie fast alles Licht einsaugen, und überhaupt Körper, die gleich den Metallen das Licht nicht durchlassen, eine so starke Erwärmung annehmen; daß Sonnen-Wärme viel wohlthätiger auf unser Gefühl wirkt, als Ofen-Wärme, weil jene, als Licht, unsern eigenen Wärme-Stoff entwickelt, unser Inneres in Thätigkeit setzt, diese aber uns bloß fremde Wärme zuführt, wobey wir uns leidend verhalten; daß endlich auf hohen Bergen zwar das Licht der Sonne in schönerem Glanz erscheint, ihre Wärme aber schwächer wird, weil es an Luft und andern Körpern fehlt, deren Wärme-Stoff entwickelt werden könnte.

Eine sehr wichtige, vor wenigen Jahren von dem berühmten Herschel gemachte, Entdeckung hat über diesen Gegenstand ein neues Licht verbreitet. Es folgt nämlich aus dieser Entdeckung, die nachher durch die genauesten Versuche der Physiker vollkommen bestätigt ist, daß die Sonnen-Strahlen nicht allein aus Theilen bestehen, die verschiedene Farben haben, sondern auch aus Strahlen, von denen einige bloßes Licht, andere bloße Wärme hervorbringen. Wenn man das Thermometer nach und nach den verschiedenen einzelnen Strahlen des prismatischen Farben-Bildes aussetzt, so zeigen sich folgende Erscheinungen.

1. Das Thermometer steigt im rothen Strahl am schnellsten und höchsten, im gelben, grünen, und blauen immer weniger, und im violetten am wenigsten. Hieraus folgt offenbar, daß das Sonnen-Licht aus Strahlen besteht, die eine sehr verschiedene erwärmende Kraft haben, daß die rothen Strahlen am stärksten, die violetten am wenigsten erwärmen; und die Versuche haben gezeigt, daß die erwärmende Kraft der rothen Strahlen beynahe viermal so stark als die der violetten, und zweymal so stark als die der grünen ist. Hieraus läßt sich vielleicht die angenehme Wärme des rothen Kohlen-Feuers, und die geringe Wärme der blauen Flamme des Wein-Geistes erklären.

2. Obgleich jeder der prismatischen Strahlen die Gegenstände mit gleicher Deutlichkeit abmalt, so ist die Stärke ihres Lichts doch sehr verschieden. Die größte Helligkeit fällt in die Mitte zwischen gelb und grün, also den rothen Strahlen etwas näher als den violetten: von da nimmt sie nach beyden Seiten ab, doch so, daß die violetten Strahlen weniger als die rothen, die hellgelben oder blaßgrünen aber am stärksten erleuchten.

3. Jenseits der violetten Strahlen giebt es gar keine fühlbare Wärme mehr, aber wohl jenseits der rothen bis zu einer merklichen Entfernung, wo gar kein Licht hinfällt. Es giebt also unsichtbare

Wärme=Strahlen, die kein für unser Auge empfindliches Licht, sondern bloß unserm Körper fühlbare Wärme hervorbringen; und diese unsichtbaren Strahlen lassen sich sogar durch Brennspiegel verdichten. So widersinnig dies beym ersten Anblick scheint, so begreiflich wird es, wenn man sich erinnert, daß die Wärme vom gelben bis zum rothen Strahle zunimmt, das Licht aber abnimmt. Das durch die ganze Natur verbreitete Gesetz der Stetigkeit, kraft dessen keine Veränderung plötzlich geschieht, erlaubt uns nicht anzunehmen, daß die Wärme über den Punkt hinaus, wo sie am größten war, mit einem Mal aufhöre; es läßt vielmehr erwarten, daß jenseits des rothen Strahles die Wärme zwar allmählig abnimmt, aber noch in dem lichtleeren Raume merklich ist, wie die Erfahrung zeigt. Die violetten Strahlen sind, wie ihre große Brechbarkeit, ihre geringe Erleuchtung und Erwärmung beweisen, die schwächsten unter allen; die rothen sind die stärksten, aber vielleicht für das feine Organ unsers Auges schon zu grob, daher sie uns nur wenig Licht geben. Es ist also gar nicht unwahrscheinlich, daß es über ihnen hinaus Strahlen giebt, die noch stärker, und daher weniger brechbar sind, deren zu große Stärke nicht mehr die feinere Empfindung des Lichts, sondern nur das gröbere Gefühl der Wärme hervorbringen kann; oder die zu materiell sind, um die Krystall=Linse und

die Feuchtigkeiten des Auges zu durchdringen, oder in ihnen so gebrochen zu werden, daß sie ein Bild auf der Netz-Haut entwerfen.

4. Wenn man weiß, daß die violetten Strahlen unter allen das wenigste Licht und die wenigste Wärme geben, aber die stärksten chymischen Wirkungen hervorbringen, so wird man geneigt seyn, nach eben der Analogie zu vermuthen, daß es jenseits derselben Strahlen gebe, die gar nicht mehr leuchten und erwärmen, aber desto stärker ungesehen und ungefühlt im Verborgenen wirken; und auch dies ist durch die Beobachtungen bewiesen. Das Salz-saure oder Horn-Silber hat bekanntlich die Eigenschaft, durch bloßes Licht ohne Wärme schwarz gefärbt zu werden; und diese Wirkung erfolgt nicht allein weit schneller in den violetten Strahlen, als in den gelben und rothen, sondern am schnellsten nahe bey den violetten im lichtleeren Raume. Hievon kann man sich am besten durch folgenden Versuch überzeugen. Wenn man die Sonnen-Strahlen, vermittelst des Prisma, in das Farben-Bild oder Spectrum zertheilt hat, und nun dieses Bild wieder in zwey Hälften theilt, indem man sowohl die vom Violet, als die vom Purpur begränzte Hälfte, besonders mit zwey Linsen auffängt, so ist das Licht, welches sich im Brennpunkte der zweyten Linse sammelt, vollkommen weiß, und so stark, daß es die Augen blendet; das Licht der violetten

und blauen Strahlen aber, welches durch die erste Linse gesammelt ist, giebt ein schwächeres Licht und weniger Wärme. Legt man nun in diesen letztern Brennpunkt ein Stück Horn-Silber, so wird es in weniger als zehn Minuten schwarz; in dem andern viel stärkeren und wärmeren Licht aber hat es nach zwey Stunden noch nicht die geringste Aenderung gelitten. Dies beweist offenbar, daß die chymischen Eigenschaften des Lichts ganz verschieden von ihren leuchtenden und wärmenden Kräften sind.

Es giebt also unsichtbare chymische, so wie unsichtbare Wärme-Strahlen; und man stellt sich vielleicht die Sache am richtigsten so vor, daß alle Sonnen-Strahlen mehr oder weniger Licht in unserm Auge, Wärme in unserm Gefühl, und chymische Wirkungen in allen Körpern hervorbringen, daß aber ihr erwärmender und ihr chymischer Wirkungs-Kreis sich weiter ausdehnen, als der leuchtende. Um das, was hiebey noch räthselhaft scheinen möchte, zu erklären, dazu können noch folgende Bemerkungen dienen.

Daß einige der Strahlen oder Kügelchen, aus denen der ganze Licht-Strahl zusammengesetzt ist, uns unsichtbar sind, davon liegt der Grund nicht bloß in der Natur dieser Kügelchen, sondern vorzüglich in der Structur unsers Auges: die unsichtbaren Strahlen sind es nicht an und für sich, sondern nur für das menschliche Auge, und es giebt vielleicht sogar auf

unserer Erde Thier-Gattungen, die dieses uns unsichtbare Licht sehr wohl sehen. Die verschiedenen Farben der Licht-Strahlen entstehen, wie man gesehen hat, aus dem größeren oder geringeren Grade ihrer Brechbarkeit, die in gewisse Gränzen eingeschlossen seyn muß, um uns sichtbar zu werden, so wie es Töne giebt, die zu hoch oder zu tief sind um von einem menschlichen Ohre gehört zu werden. Eine zu große oder zu geringe Brechbarkeit macht die Strahlen unsichtbar, wovon man den Grund leicht einsehen wird, wenn man sich erinnert, daß das Bild auf der Netz-Haut oder die Empfindung des Sehens durch die Brechung des Lichts in den Feuchtigkeiten des Auges hervorgebracht wird. Wo diese Gränzen anfangen und aufhören, das kann die Erfahrung allein entscheiden; und diese sagt uns, daß unser Auge so eingerichtet ist, daß keine Strahlen in demselben die Empfindung des Sehens hervorbringen können, die brechbarer sind als der violette Strahl, oder weniger brechbar als der rothe, so wie unser Ohr so eingerichtet ist, daß es keinen Ton vernimmt, der höher ist als das siebengestrichene C, oder tiefer als die untere Octave vom Contra C. Anders organisirte Augen werden noch Farben außerhalb der rothen und der violetten, oder nicht einmal diese sehen. Die leuchtenden, die wärmenden, und die chymisch auf die Körper wirkenden Strahlen machen keine besonde-

ren Gattungen aus, sondern jeder Strahl äußert alle drey Wirkungen zugleich, und die Licht-Kügelchen sind nur durch ihre größere oder geringere Brechbarkeit, wodurch die Farben erzeugt werden, von einander verschieden. Je weniger das Licht brechbar ist, desto stärker erwärmt es, und desto geringer ist seine chymische Wirkung; je mehr es aber brechbar ist, desto weniger erwärmt es, und desto stärker sind die chymischen Wirkungen, die es auf die Körper äußert.

Chymische Wirkungen des Lichts.

Dies führt uns auf eine Entdeckung der neuesten Zeiten, nämlich die chymischen Wirkungen des Lichts, die vielleicht weit ausgedehnter sind, als man es bis jezt ahndet. Es ist sehr wahrscheinlich, daß die Licht-Materie, die den ganzen Welt-Raum mit unbegreiflicher Geschwindigkeit nach allen Richtungen durchkreuzt, die sich einen Weg in das Innere aller Körper bahnt, und selbst dahin dringt, wo sie unser Auge nicht mehr empfindet, zu sehr großen Verrichtungen bestimmt, und eins der vornehmsten Mittel ist, wodurch die Natur ihre großen Zwecke erreicht. Welche erstaunliche Wirkungen gehen jeden Augenblick in der chymischen Werkstatt der Natur vermittelst der Gas-Arten vor, die man noch vor wenigen Jahren gar nicht kannte! Ohne Zweifel spielt das Licht in diesem großen Laboratorium eine nicht unbedeuten-

dere Rolle, als in unsern chymischen Werkstätten. Vielleicht besteht selbst die Attraction des Lichts auf andere Körper, die sich durch Refraction, Reflexion und Inflexion äußert, in chymischen Affinitäten: wenigstens würde sich dadurch alles sehr leicht erklären lassen. Rothes Tuch z. B. hat durch die Färberey seine chymische Affinität zum rothen Lichte verloren, daher es alle andern Strahlen einsaugt, und nur die rothen zurückwirft.

Ueberhaupt scheinen die chymischen Wirkungen des Lichts in einer Desoxydation zu bestehen: es vertreibt den Sauerstoff aus allen Körpern, in die es dringt, oder löst wenigstens das Band auf, wodurch er gebunden war. Daher werden die Farben aller todten vegetabilischen und animalischen Substanzen im Sonnen-Lichte blässer, Leinwand und Wachs erhalten auf der Bleiche ihre blendendweiße Farbe, und die schönsten Farben seidener Zeuge verbleichen, wenn sie oft der Sonne ausgesetzt werden. Neugehobelte Bretter behalten ihre frische Farbe im Dunkeln lange, verlieren sie aber sehr bald im Tages-Lichte. Alle dem Lichte ausgesetzte Säuren werden ihres Sauerstoffs beraubt, welches sich mehrentheils durch die Aenderung ihrer Farbe zeigt. Die Färbung des Horn-Silbers, wovon eben die Rede war, ist eine wahre Desoxydation; und auf ähnliche Art werden sehr viele andere Metall-Auflösungen hergestellt. Alle diese und unzäh-

unzählige andere Wirkungen gehen nur im Sonnen- oder Tages-Lichte vor, nicht aber in dunkler Wärme, Selbst die Zersetzung des Wassers in Gas erfodert das Licht.

Wirkungen des Lichts auf die Pflanzen.

Am deutlichsten zeigen sich die Wirkungen des Lichts auf den organischen Theil der Schöpfung, und es scheint, daß das Licht auf Pflanzen und Thiere, so lange die Muskel-Fasern im lebenden Zustande ihre Reitzbarkeit behalten, als Reitzmittel, auf die todten Substanzen aber chymisch, als Auflösungsmittel wirkt. Daher werden die gesunden Blätter der Bäume vom Lichte dunkel gefärbt, abgestorbene Blätter aber, so wie die aus todtem Flachse bereitete Leinwand, gelb oder weiß gebleicht.

Es ist eine bekannte Erfahrung, daß die meisten Pflanzen, bey gleicher Wärme, besser im Hellen als im Dunkeln fortkommen, daß die jungen zarteren Pflanzen im Dunkeln sogar sterben; und die Natur, die auf die Erhaltung aller ihrer Geschöpfe mütterliche Sorgfalt wendet, scheint die Pflanzen durch eine mechanische, wenn gleich uns unbegreifliche, Einrichtung zu zwingen, von selbst das Licht zu suchen. Die Sonnen-Blume, die Rose, die meisten Gräser, folgen der Sonne vom Morgen bis zum Abend auf eine

sehr merkliche Art. Gewächse, die in Kellern oder Treibhäusern gezogen werden, neigen sich nach dem Fenster hin, und zwar desto mehr, je weiter sie im Dunkeln stehen, je mehr sie also des Lichts bedürftig sind. Es scheint dies eine Art von Krampf zu seyn, der durch den Reitz des Lichts erregt wird, und der sich vorzüglich am Hedysarum gyrans zeigt. Diese Pflanze ist durch die beständige Bewegung ihrer Blätter nach dem Lichte eine wahre Uhr. Nach Aufgang der Sonne erheben sich die größeren Blätter mit jeder Stunde höher, bis sie um Mittag sich aufrechts an den Stengel anlegen, und durch ein starkes Zittern die Reitzbarkeit ihrer Muskeln verrathen. Gegen Abend senken sie sich wieder, und in der Nacht hängen sie am Stengel herab. Wenn sie des Mittags mit einem undurchsichtigen Körper bedeckt werden, so sinken sie sogleich, und fallen bald ganz zusammen. Sogar eine vorübergehende Wolke bewirkt dasselbe in geringerem Grade.

Das periodische Oeffnen und Schließen der meisten Pflanzen, welches mit dem Wachen und Schlafe der Thiere übereinkömmt, ist eine ähnliche Folge vom Reitze des Lichts. In der Nacht schließen sich die Blätter, ziehen sich zusammen, bedecken einander, und öffnen sich bey Tage wieder, ohne daß die Wärme darauf Einfluß hat, wie man in den Treibhäusern sehen kann, die beständig dieselbe Temperatur haben.

Da dieser Zustand bey verschiedenen Pflanzen, nach ihrer größeren oder geringeren Reitzbarkeit, zu verschiedenen Stunden des Tages erfolgt, so giebt ein Garten gewissermaßen eine botanische Uhr. Das Merkwürdigste ist, daß eingeschlossene Pflanzen ihren Schlaf nicht nach den Tages-Stunden, sondern nach dem künstlichen Lichte, das ihnen zugemessen wird, einrichten: es ist dieses der unnatürliche Zustand des eingeschlossenen Städters, der die Nacht zum Tage macht.

Eine andere Wirkung des Lichts auf die Pflanzen ist die grüne und dunkle Farbe ihrer Blätter, Blumen, und Früchte. Gewächse, die in der Dunkelheit aufgezogen sind, haben eine blässere Farbe als die im Freyen, und ihr Grün ist desto matter, je weniger Licht sie genossen haben. Selbst die im Sonnen-Lichte aufgewachsenen Pflanzen verbleichen an dunkeln Oertern. Daher kömmt es auch, daß die untere Seite der Blätter gewöhnlich weißlich, die obere der Sonne ausgesetzte aber dunkelgrün ist. Die innern Blätter einer Rosen-Knospe sind weiß, und färben sich erst nach ihrer Entfaltung. Blumen-Zwiebeln an einem dunkeln Orte im Wasser aufgezogen, treiben weiße Blätter, die sich erst am Sonnen-Lichte färben. An den meisten Früchten, als Aepfeln, Birnen, u. s. w. spielt nur die der Sonne zugekehrte Seite mit schönen Farben, die durch ein bedeckendes Blatt zerstört

werden: daher man ihnen durch unterbrochene Bedeckungen streifige Farben geben kann. Melonen sind am obern dem Lichte ausgesetzten Theile grün, gelb aber, wo sie auf der Erde liegen. Blaue Wein-Trauben, mit einer dunkeln Hülle bedeckt, färben sich nicht. Daß diese Wirkungen der Sonnen-Strahlen nicht aus dem, was wir im eigentlichen Verstande Licht nennen, entstehen, sondern aus den chymischen Eigenschaften der Strahlen, beweist die Beobachtung die man gemacht hat, daß die violetten Strahlen, die das wenigste Licht haben, die Pflanzen-Blätter am stärksten färben, die grünen und gelben Strahlen aber am wenigsten.

Eine der schönsten Entdeckungen in der neuern Physik ist die, daß das Sonnen-Licht aus den grünen Blättern der Pflanzen die sehr reine Lebens-Luft (dephlogistisirtes Gas) entwickelt, welche sich besonders auf der untern Fläche der Blätter in der Gestalt kleiner Bläschen ansetzt; daß hingegen die Pflanzen in der Nacht und der Dunkelheit eine schädliche Luft erzeugen: woraus die heilsame Regel folgt, grüne Gewächse, nicht Blumen, des Tages im Schlaf-Zimmer zu halten, des Abends aber, oder nach der Sitte der feinen Welt des Morgens, vor dem Schlafen heraus zu nehmen. Auch die im Wasser befindliche Luft wird durch das Sonnen-Licht gereinigt, und die gütige Natur hat durch die über dem Erdboden

verbreiteten Wälder und Gewässer für unsere Gesundheit gesorgt.

Die Pflanzen sind, gleich den Thieren, in einer ununterbrochenen Respiration und Transpiration: was die animalische verderbt, verbessert die vegetabilische. So wirken alle Kräfte der Natur zur Erhaltung des Ganzen. Durch das Athmen der Thiere wird die Luft so sehr verdorben, daß sie, wenn sie die einzigen Bewohner des Erdbodens wären, bald an ihrem eigenen Gift ersticken würden, und keine Pest oder Kriege nöthig wären, um aufzuräumen. Diese für uns verdorbene Luft ist aber den Pflanzen so zuträglich, daß sie darin selbst ohne Licht wachsen und grünen: daher in den tiefsten Höhlen, wo die mephitische Luft Thiere tödten würde, Pflanzen gut fortkommen. Eben diese Luft wird durch das Athmen der Pflanzen für dieselben unbrauchbar: es wird nämlich wieder reine Luft daraus, die sie zum Besten der thierischen Schöpfung von sich athmen. So entsteht ein ewiger Kreis-Lauf gleich dem der Nahrung: Menschen und Thiere nähren sich von Gewächsen, und Schlachten düngen die Felder.

Das Licht scheint demnach auf dreyerley Art zum Wachsthume der Pflanzen beyzutragen: 1) als Reitzmittel bringt es in ihren Fasern Bewegung hervor, wodurch das Drehen nach dem Lichte, Schlaf, Ausdünstung und Athmen bewirkt wird; 2) als Auf-

lösungsmittel hilft es den Pflanzen, das Wasser zu zersetzen und in Nahrung zu verwandeln; 3) als Bindungsmittel, indem es die eingesogenen Luft-Arten zu einem festen Körper verbindet, selbst ein Bestandtheil der Pflanzen wird, und so ihren Wachsthum befördert.

Wirkung des Lichts auf die Thiere.

Daß das Licht den Thieren nicht weniger heilsam ist, als den Pflanzen, davon überzeugt uns unser eigenes Gefühl täglich. Wie verschieden ist die Empfindung des Sonnen-Lichts von dem Gefühle der Wärme unserer Zimmer! Wie angenehm ist es sich zu sonnen, besonders wenn die Haut durch ein Bad gereinigt, und dadurch für das Licht empfänglicher gemacht ist! Alte und schwächliche Leute leben mit dem rückkehrenden Morgen oder Frühlinge wieder auf, und fühlen sich gestärkt durch die Strahlen der Sonne; alle Kranken befinden sich gegen die Nacht übler. Wie viel gesunder, stärker, munterer und froher sind die Bewohner offener, heiterer Gegenden, als solche die ihr Leben in Höhlen, Gefängnissen, und elenden finstern Wohnungen zubringen müssen! An einem heiteren Tage, selbst im Winter, scheint unser Blut leichter zu fließen, der Geist fühlt sich stärker und aufgelegter zum denken, und selbst das Herz geneigter zu guten Handlungen, als in den trüben Tagen

des Novembers. Wer hat nicht die Erfahrung gemacht, daß die nach Süden liegenden Zimmer dem Geist und Körper zuträglicher sind, als die nordlichen? Selbst die Thiere treibt die Natur durch den Instinkt, wie die Pflanzen durch den Reitz, das Licht zu suchen. Sogar der Polyp in einem Glase Wasser, der nichts zu sehen hat, setzt sich immer an die Licht-Seite.

Aus diesen wohlthätigen Wirkungen, die das Licht theils unmittelbar durch den Reitz auf unsere Haut, welcher den in uns verborgenen Wärme-Stoff in Bewegung setzt, und die zur Gesundheit so nothwendige unmerkliche Ausdünstung befördert, theils durch den Reitz auf den Sehe-Nerven, und dadurch mittelbar auf das ganze mit ihm verbundene Nerven-System äußert, folgt, daß es besonders in Ländern, die der trüben Tage so viele, der heitern so wenige haben, für unsern physischen und moralischen Theil nothwendig ist, das Sonnen-Licht so viel möglich zu genießen, und sich desselben nicht durch Schlaf am Tage zu berauben. Dieser medizinische Einfluß des Lichts war den alten Aerzten sehr wohl bekannt, und wird vielleicht von den neuern zu sehr übersehen.

So wie aber jeder zu starke Reitz der Gesundheit nachtheilig ist, so ist es auch mit dem Lichte der Fall: zu starkes Licht blendet, und beraubt uns sogar des Gesichts. Von diesen entgegengesezten Wir-

kungen des Lichts kennt man einige merkwürdige Beyspiele. Der finstere Milton konnte nur im Herbst und Winter dichten; aber der fröhliche Verfasser des Gilblas, nachdem er im hohen Alter beynahe kindisch geworden war, lebte nur erst einige Stunden nach Sonnen-Aufgange von neuem auf, zeigte am Mittage Funken seines ehemaligen Geistes, sank mit der Sonne wieder herab, und verfiel am Abend in eine Stumpfheit, wie die letzten Predigten des Erzbischofs zu Grenada. — Man hat sogar Beyspiele von Menschen, die durch eine Krankheit stumm geworden waren, und bloß in den Mittags-Stunden reden konnten.

Die Wirkung des Lichts auf den thierischen Körper zeigt sich am deutlichsten durch die Farbe der Haut, und man würde sich sehr irren, wenn man das braune mit Sommer-Flecken bedeckte Gesicht des Landmanns, der fast immer dem Sonnen-Lichte ausgesetzt ist, und den weißen Teint des Städters, der sich vor dem Lichte möglichst hütet, die schwarze Farbe des Afrikaners und die blonde des nordlichen Europäers, bloß durch die Hitze und Kälte erklären wollte. Der Landmann steht mehr Kälte aus, als die erste Dame des Hofes; und der durch Bekleidung gegen die Kälte geschützte Theil seines Leibes ist weiß wie der des Städters. Die Arbeiter in den Glashütten, die einer größeren Hitze ausgesetzt sind als die Ne-

ger, haben eine weißere Haut, als ihr Nachbar der Bauer, den manches rauhe Lüftchen anwehet.

Polarisation des Lichts.

Meine Leser werden vielleicht erwarten, daß ich Ihnen eine Entdeckung erkläre, von der seit einigen Jahren so häufig die Rede ist; allein sie würden mir eine ausführliche Entwickelung schwerlich verdanken: denn so wichtig diese Entdeckung ist, so wenig kann man sie doch jetzt schon als vollendet und fest gegründet ansehen, und die Natur der Sache erlaubt es nicht, sie ohne Hülfe der Mathematik, oder mit der Kürze, welche die Gränzen dieses Aufsatzes vorschreiben, deutlich zu machen. Ich will mich indessen bemühen, meinen Lesern mit wenigen Worten begreiflich zu machen, worauf es eigentlich ankömmt, und die zwey oder drey wichtigsten Erfahrungen zu erklären, worauf diese ganze Theorie gegründet ist.

1. Es ist im dritten Bande schon bemerkt worden, daß der Licht-Strahl von der Oberfläche jedes durchsichtigen Körpers, z. B. polirten Glases, nur zum Theil gebrochen, zum Theil aber zurückgeworfen wird, und zwar unter demselben Winkel, unter dem er auffiel. Fängt man nun den zurückgeworfenen Strahl mit einem zweyten polirten Glase so auf, daß er mit dessen Oberfläche, gleichviel nach welcher Richtung, denselben Winkel macht, so wird er auch von

dieser zweyten Fläche unter demselben Winkel reflektirt; und es finden bey dieser zweyten Reflexion folgende merkwürdige Erscheinungen Statt. Wenn das zweyte Glas eine solche Lage hat, daß die Reflexion in derselben Ebne geschieht, wie auf dem ersten Glase, so hat der zum zweyten Male zurückgeworfene Strahl seine größte Licht-Stärke. Je weiter man aber das zweyte Glas aus dieser Lage dreht, jedoch so daß es immer denselben Winkel mit dem auffallenden Strahle macht, desto schwächer wird das Licht des zurückgeworfenen Strahls; und es wird am allerschwächsten, oder welches dasselbe ist, der größte Theil des Lichts dringt in das zweyte Glas ein, wenn man das zweyte Glas um einen rechten Winkel gedrehet hat. Es giebt sogar bey einer jeden Art von durchsichtigem Körper einen gewissen Einfalls-Winkel, bey dem der reflektirte Strahl, in der senkrechten Lage des zweyten Glases, völlig verschwindet, so daß alles Licht in das Glas eindringt. Dieser Einfalls-Winkel ist bey dem Glase 35 bis 36 Grad. In dieser Stellung beyder Gläser wird auch keine Wärme reflektirt, woraus folgt, daß die färbenden und die wärmenden Strahlen dieselben Eigenschaften in Ansehung der Zurückwerfung haben, und immer unzertrennlich sind.

2. Alle krystallisirten durchsichtigen Körper, deren Krystalle keine vollkommene Würfel oder regelmäßige Achtecke sind, haben die Eigenschaft, daß sie je-

den einfallenden Licht-Strahl in zwey andere zertheilen, wovon der eine auf die im dritten Bande erklärte Art, der andere aber nach ganz andern Gesetzen gebrochen wird: wir wollen den ersten den ordentlichen, den zweyten den außerordentlichen Strahl nennen. Unter diesen Krystallen mit doppelter Brechung, der gewöhnlichen und der ungewöhnlichen, ist der bekannteste der Isländische Krystall. Wenn beyde Strahlen aus der unteren Fläche des Krystalls wieder austreten, so hat ein jeder von ihnen durch die Brechung besondere Eigenschaften erhalten, die von denen des ungebrochenen Lichts ganz verschieden sind, und sich auf folgende Art äußern. Fängt man sie mit einem andern Isländischen Krystall auf, der dem ersten parallel ist, und dieselbe Lage in Absicht seiner Seiten-Flächen hat, so daß die erste und die zweyte Brechung in derselben Ebne und unter gleichen Winkeln geschehen, so findet bey keinem von beyden eine doppelte Brechung Statt: jeder Strahl geht unzertheilt durch, und zwar wird der ordentliche Strahl auf gewöhnliche, der außerordentliche auf ungewöhnliche Art gebrochen, wie in dem ersteren Krystall. Dreht man aber den zweyten Krystall, parallel mit dem erstern, um einen rechten Winkel, so daß beyde Brechungen in zwey Ebnen geschehen, die senkrecht auf einander sind, so findet zwar auch keine doppelte Brechung Statt, aber

die beyden einfachen Brechungen sind mit einander verwechselt: der *ordentliche* Strahl wird auf *ungewöhnliche*, der *außerordentliche* auf *gewöhnliche* Art gebrochen. Bey allen andern Lagen zwischen diesen beyden, der parallelen und der senkrechten, findet eine *doppelte* Brechung Statt: jeder der beyden Strahlen wird abermals in zwey Hälften getheilt, so daß nach der Verschiedenheit der Lage, bald der *ordentliche* bald der *außerordentliche* Strahl stärker an Licht ist. Dies ist auch ganz begreiflich: denn die Verwandlung der *gewöhnlichen* in die *ungewöhnliche* Brechung, von der parallelen bis zur senkrechten Lage beyder Krystalle, kann nicht plötzlich sondern allmählig geschehen; in den Zwischenlagen muß also jeder Strahl an beyden Brechungen mehr oder weniger Theil nehmen, das heißt, er muß sich in zwey Strahlen zertheilen, die ungleiche Licht-Stärke haben. Uebrigens läßt sich jeder der beyden Strahlen durch das Prisma in die Regenbogen-Farben zerspalten; und auch hier nimmt die wärmende Kraft vom Violet bis zum Purpur beständig zu, wie in den ungebrochenen Strahlen.

3. Wenn man den Licht-Strahl, nachdem er von einem polirten Glase unter dem Winkel von 35 Grad zurückgeworfen, und dadurch (zufolge dem Experiment!) so zubereitet ist, daß er vom zweyten Glase in der senkrechten Lage gar nicht zurückgewor-

fen werden würde, mit einem Isländischen Krystalle senkrecht auffängt, so äußert er genau dieselben Eigenschaften, als wenn er (nach dem Experiment 2) schon durch einen Isländischen Krystall durchgegangen wäre: er wird nach der verschiedenen Lage des Krystalls, entweder bloß auf gewöhnliche, oder bloß auf ungewöhnliche Art, oder endlich in zwey Strahlen auf die eine und die andere Art gebrochen. Das Nämliche findet Statt, wenn man umgekehrt den durch einen Isländischen Krystall gebrochenen Strahl von einem polirten Glase zurückwerfen läßt. Es folgt hieraus das merkwürdige Resultat, daß die Licht-Strahlen, welche auf die oben beschriebene Art von einem polirten durchsichtigen Körper mit einfacher Refraction zurückgeworfen sind, und die, welche durch einen Krystall mit doppelter Refraction gebrochen sind, durch jene Reflexion und durch diese Refraction genau dieselben Eigenschaften erhalten haben.

Zur Erklärung dieser sonderbaren Phänomene hat man folgende Hypothese ersonnen, die in der That die einzige zu seyn scheint, wodurch sich alle Umstände vollkommen darstellen lassen. Man muß sich die Licht-Theilchen, aus denen jeder Strahl zusammengesetzt ist, nicht als Kugeln vorstellen, die durchgängig dieselbe physische Beschaffenheit haben, sondern entweder als Sphäroide, oder als Vielecke oder sonst Körper von irgend einer Gestalt, deren verschiedene Seiten-Flächen

sich gegen die das Licht brechende oder zurückwerfende Kraft der Körper auf mancherley Art verhalten. Jedes dieser Körperchen, die ich Licht-Kugeln nennen werde, hat eine Axe, mithin zwey Pole, und einen Aequator, welcher die Licht-Kugel in zwey Hälften theilt, die sich gegen die Kräfte der Körper auf das Licht auf gleiche Art verhalten, das heißt, auf gleiche Art angezogen oder zurückgestoßen werden. Nach den Regeln der Wahrscheinlichkeit muß man annehmen, daß in einem Licht-Strahl, der auf eine polirte Fläche fällt, ohne durch Brechung oder Zurückwerfung von einem andern Körper bearbeitet zu seyn, die Axen der Licht-Kugeln, aus denen er besteht, alle mögliche Lagen gegen einander haben. Wenn nun dieser Strahl in den Wirkungs-Kreis eines Körpers geräth, so wird die anziehende oder zurückstoßende Kraft des Körpers, keine einzige der Axe drehen können, die auf der Richtung der Kraft oder der Licht-Axe des Körpers senkrecht sind, weil diese Richtung durch den Aequator jeder Kugel geht, folglich auf beyde Halbkugeln in gleichem Grade wirkt; die übrigen Axen aber, die eine schiefe Lage haben, werden von der Kraft des Körpers gedreht werden, und sie wird sich natürlich bestreben, allen Axen dieselbe Lage mitzutheilen. Die erste Folge hievon wird seyn, daß die Axen während der Operation der Brechung oder Zurückwerfung hin und her schwanken: diese Schwingungen werden immer kleiner werden, bis die Axen eine

Lage erhalten haben, die auf der Richtung der Attraction des Körpers senkrecht ist.

Dies ist es, was man die Polarisation des Lichts nennt. Alle Kügelchen, welche diese parallele Lage der Axe erhalten haben, machen den polarisirten Strahl aus, und werden vom Glase zurückgeworfen; die übrigen dringen in das Glas ein. Es fallen also durch die Reflexion auf das zweyte Glas bloß solche Licht-Kugeln, welche diejenige Lage der Axe haben, die sie fähig machte, vom ersten Glase zurückgeworfen zu werden. Hat also das zweyte Glas dieselbe Lage, so werden sie von demselben zurückgeworfen. Hat es aber die senkrechte Lage, so sind alle Axen auf der Richtung der reflektirenden Kraft des zweyten Glases senkrecht: folglich können sie eben so wenig reflektirt werden, wie die Kugeln der ersten Art des natürlichen Strahls. Alles dies ist der Erfahrung 1. vollkommen gemäß.

Auf eben die Art lassen sich auch die Erscheinungen erklären, welche sich bey der doppelten Brechung der Krystalle zeigen. In diesen Körpern giebt es gleichfalls eine Axe, folglich auch eine Ebne, den Aequator des Krystalls, welcher denselben in zwey gleiche und ähnliche Hälften theilt. Diese Axe äußert bey einigen Krystallen eine zurücktreibende, bey andern eine anziehende Kraft auf das Licht: daher man sie in zwey Klassen eintheilt, die Krystalle mit zurückstoßender,

und die mit anziehender, doppelter Refraction; der Isländische Krystall ist von der ersten Art. Durch diese Kraft wird ein Theil der einfallenden Licht-Kugeln so bearbeitet, daß ihre Axen in eine, auf den Aequator des Krystalls senkrechte, Lage gebracht werden; und diese machen die außerordentlichen Strahlen aus. Die übrigen werden auf gewöhnliche Art gebrochen, und alle ihre Axen erhalten gleichfalls durch die Brechung eine parallele Lage, welche auf den Axen der außerordentlichen Strahlen senkrecht ist.

So groß das Verdienst ist, welches die neuern Physiker sich um diesen Theil der Theorie des Lichts durch eine Menge von Experimenten erworben haben, so muß man doch gestehen, daß die Theorie selbst schon von Newton deutlich angegeben, mithin keine neue Entdeckung ist. Dieser große Geometer schließt seine Optik mit zwanzig bis dreyßig Problemen oder Fragen, in welchen er alle eben erzählten Versuche, besonders mit dem Isländischen Krystall, beschreibt, und dann zu ihrer Erklärung folgende Fragen aufwirft, auf denen sich in der That die Theorie von der Polarisation des Lichts gründet: „Hat nicht jedes Theilchen, „aus denen die Licht-Strahlen zusammengesetzt sind, „(jede Licht-Kugel) mehrere Seiten, die mit verschiedenen Eigenschaften begabt sind, so daß die dop-„pelte Refraction der Krystalle nicht von verschiedenen „Licht-Strahlen, sondern davon abhängt, daß einige

Strah-

„Strahlen der brechenden Ebne des Krystalls diese, an=
„dere jene Seite zukehren? — Entsteht nicht diese
„doppelte Refraction aus einer Attraction der verschie=
„denen Seiten des Krystalls, auf die verschiedenen
„Seiten der Licht=Kugeln, auf ähnliche Art wie die
„verschiedenen Pole zweyer Magnete (die freund=
„schaftlichen und die feindlichen) auf einander wir=
„ken?" Wenn man diese Fragen gelesen hat, so möchte
man wohl fragen, ob nicht in diesen wenigen Worten
Newtons die ganze Theorie der Polarisation des Lichts
enthalten sey.

Doch ich fürchte, aller Bemühung unerachtet, in
der Erklärung einer Materie dunkel zu werden, die, ob=
gleich sie das Licht betrifft, doch keiner lichtvollen Dar=
stellung fähig ist, weil wir hier an dem Vorhange ste=
hen, der die verborgensten Geheimnisse der Natur be=
deckt, und an einem Abgrunde, wo es uns, wenn wir
zu lange hineinblicken, leicht so gehen kann, wie es
dem guten Onkel Toby mit seinen Untersuchungen
über die Parabel ging. Ich höre die Warnung Sterne's:
„Halt! mein lieber Onkel Toby, halt! nicht einen Schritt
weiter auf diesem verwickelten dornigen Pfade!" *)

Licht=Stoff.

Wenn die Leser am Schlusse dieses Artikels durch

*) The life and opinions of Tristram Shandy. Vol. I. Chap. 28.

die Erzählungen der Wirkungen des Lichts noch nicht ermüdet sind, so werden sie mit dem Verfasser denselben Wunsch fühlen, einst zu erfahren, was denn dieses räthselhafte Wesen eigentlich sey: Körper, Geist, oder keines von beyden? Wie kann ein bloß geistiges Wesen so große physische und chymische Wirkungen hervorbringen, als das Licht, welches eine der mächtigsten Kräfte in der Körper-Welt zu seyn scheint, welches uns die Natur in den schönsten Farben abmalt, und bey zu starkem Reitz den Sehe-Nerven lähmt, welches die Blätter der Bäume und die Haut der Neger färbt, Luft aus Pflanzen und den Sauerstoff aus Metallen zieht, den Keim des Lebens und der Gesundheit in der vegetabilischen und der animalischen Natur entwickelt, welches mit ungeheurer, aber genau bestimmter Geschwindigkeit das Weltall durchströmt, sich lenken, biegen und brechen läßt, dessen kleinste Theile ihre Axen und Seiten-Flächen haben, die sich um jene Axen mit einer Geschwindigkeit drehen, welche vielleicht die des Lichts weit übertrifft?

Von der andern Seite: wie kann man sich ein Wesen als Körper denken, dem so viele wesentliche Eigenschaften der Materie zu fehlen scheinen, das weder in die Klasse der festen noch der flüssigen Körper gesetzt werden kann, das sich durch keine mechanische Kraft zusammendrücken oder zerreißen, durch keinen Orkan auf seinem Wege stören, nicht in Gefäßen einschließen

und aufbewahren läßt, das den ewigen Gesetzen der Schwere nicht zu gehorchen, sondern bloß der Sympathie chymischer Verwandtschaften zu folgen scheint, das alle Körper durchdringt und für sie durchdringlich ist, den Planeten, die sich im Licht-Meere bewegen, nicht den geringsten Widerstand entgegensetzt, das nicht, gleich dem Wärme-Stoff, irdischen Ursprunges der Erde anklebt, sondern himmlischer Abkunft keine Gränzen im Welt-Raume anerkennt? — Was ist also denn das Licht, wenn es weder Körper noch Geist ist?

Newton schloß sein unsterbliches Werk über die Optik mit einer Menge Fragen, von denen er keine zu beantworten wagte; und es geziemt jedem Physiker, den großen Mann in der Bescheidenheit nachzuahmen, wenn er ihn auch sonst nicht erreichen kann. — Wissen wir, was der Wärme-Stoff, was die elektrische, die magnetische Materie ist? Kennen wir den Urstoff irgend eines Körpers? Wenn wir nicht einmal die Gränzen zwischen dem animalischen und dem vegetabilischen, zwischen dem lebenden und dem todten, zwischen dem organischen und dem unorganischen Theil der Schöpfung anzugeben im Stande sind; wie wollten wir es wagen, die Gränz-Linie zwischen der Geister- und der Körper-Welt zu ziehen? — Unsere Abtheilungen der Natur in Thiere, Pflanzen, und Mineralien, in feste und flüssige, harte und weiche, durchsichtige und undurchsichtige Körper, in empfindende und gefühllose, vernünftige und

unvernünftige Geschöpfe, sind nichts als Krücken, wodurch sich unser beschränkter Verstand zu helfen sucht. Alles greift durch unmerkliche Abstufungen in einander, und eine ununterbrochene Kette umschlingt das Ganze. Ist es nicht wahrscheinlich, daß die Gränzen zwischen dem Geister-Reich und der Körper-Welt eben so unmerklich in einander fließen? Wie können wir uns wundern, wenn wir Wesen antreffen, von denen wir eben so wenig wissen, ob wir sie zur Körper- oder zur Geister-Welt, als ob wir den Fenster-Schwamm zum Thier- oder zum Pflanzen-Reiche rechnen sollen? Keplers oder Newtons Geist, und eine Masse Bley, sind unstreitig Wesen verschiedener Art; aber wer vermag die unendlichen Stufen zu zählen, die von jenem Geiste bis zum rohen Wilden, von diesem zum Affen, zum Polypen, zur empfindenden Pflanze, und so weiter zum Moose, zu den Korallen und andern Lithophyten, bis zum vollkommenen Metalle führen, ohne daß man irgendwo die geringste Lücke oder Gränz-Linie bemerkt? Wer Natur-Kenntniß mit wahrer Philosophie verbindet, der wird nicht verlegen seyn, wenn er sich gezwungen sieht, den Licht-Stoff als ein Glied der Kette anzusehen, die das Geister-Reich mit der Körper-Welt verbindet; es wird ihm sogar natürlich scheinen, daß dasjenige, welches allein alle Dinge sichtbar macht, die sichtbare Schöpfung von der unsichtbaren scheidet. — Nur so viel ist gewiß, daß es lächerlich seyn würde,

das Licht wirklich zur Geister-Welt zu rechnen, da wir alle Wirkungen und Bewegungen desselben, wie die anderer Körper, mit geometrischer Genauigkeit berechnen können. Auch muß man hiebey nicht vergessen, daß das Licht sich uns nie anders als in einer Bewegung zeigt, welche alle andere an Schnelligkeit übertrifft; und daß wir diese Substanz im Zustande der Ruhe, als fixen Bestandtheil der Körper, wo sie uns vielleicht weniger unkörperlich erscheinen würde, noch gar nicht kennen.

Ich schließe diesen vielleicht zu langen Aufsatz mit dem herzlichen Wunsche, daß derselbe, wenn er gleich keine neuen Kenntnisse verbreitet, auf die nöthige Sorgfalt für einen der edelsten unserer Sinne aufmerksam machen, und zu einem Heil-Mittel gegen die immer mehr überhandnehmende Licht-Schen dienen möge, die nur dem schwächlichen Kakerlak, nicht aber dem kraftvollen Europäer geziemt, am wenigsten dem Deutschen.

Ueber das Nord-Licht.

Die Mode hat ihren Thron nicht allein bey der Toilette, im Salon oder Redouten-Saal aufgeschlagen, sondern sie herrscht mit unumschränkter Gewalt über die ernsthaftesten und wichtigsten Gegenstände: die Künste, von der Hölle des Schneiders bis zur Werkstatt des Bildhauers, und die Wissenschaften, von der Erklärung eines chinesischen oder tatarischen Worts bis zur Entdeckung des Welt-Systems, gehorchen ihrem allgewaltigen Zepter. Selbst die Gegenstände unserer Unterhaltung, die Dinge die uns interessiren oder langweilen, ja leider nur zu oft Recht und Unrecht, richten sich nach der Mode. Die Ritter von der Tafelrunde unterhielten sich von andern Gegenständen als die Ritter im rocher de Cancal; im Palast August Oktavians belustigte man sich mit andern Spielen, als am Hofe Augusts von Sachsen; und vor achthundert Jahren beschäftigte man sich mit andern Wissenschaften als im neunzehnten Jahrhundert. Die geringste Veranlassung ist oft hinlänglich, eine Sache zum Gegenstande des Gesprächs in allen Gesellschaften zu machen, die seit langer Zeit vergessen war, und die durch eine neue Veranlassung eben so schnell wieder der

Vergessenheit übergeben wird. Als Lissabon zerstört war, sprach man von nichts als Erdbeben, bis mit der überstandenen Gefahr die größte Natur-Begebenheit ihr Interesse verlor, oder bis eine neue Mode einen neuen Gegenstand des Gesprächs in Umlauf brachte. Es darf nur ein Komet erscheinen, um die Astronomie zu einer charmanten Wissenschaft zu machen, die jeder lernen möchte, wenn sie nicht zuviel Mühe kostete. Irgend eine Erscheinung an einem neblichten Abend in der Nähe eines verfallenen Thurmes bringt die Gespenster-Geschichten in die Mode, die noch wenige Tage vorher die albernste Unterhaltung gewesen seyn würden. Vor nicht langer Zeit würde es lächerlich gewesen seyn, die Gesellschaft mit Nord-Lichtern unterhalten zu wollen, weil man seit einigen Jahren keine gesehen hatte; aber die unbedeutenden Nord-Lichter, die sich seit kurzem wieder zeigten, haben die Aufmerksamkeit auf diesen lange vergessenen Gegenstand so sehr gerichtet, daß selbst, wer sich nie um den Himmel bekümmert hatte, anfing ihn zu beobachten oder sich mit der Physik zu beschäftigen. — Die Mode verdient, gleich den Sprichwörtern, als Stimme des Volkes oder des Zeit-Alters, geachtet zu werden; und die Nord-Lichter haben nicht bloß die Aufmerksamkeit der Menge, sondern selbst solcher Personen auf sich gezogen, deren Name von jedem mit Ehrfurcht genannt wird: ich glaube daher, daß eine kurze Erzählung des wenigen, was

wir von dieser noch immer räthselhaften Erscheinung wissen, nicht ohne Interesse seyn wird.

Unter den **leuchtenden** Meteoren unserer Atmosphäre sind die bekanntesten die Regen-Bogen, die Gewitter, und die **Nord-Lichter**. Die ersten zeigen sich nur bey Tage die letzten nur bey Nacht, die zweiten sind allen Tages-Zeiten gemein. Auf eine ähnliche Art könnte man diese Erscheinungen nach dem Klima eintheilen. Die Gewitter sind die Nord-Lichter der heißen Zone, die Nord-Lichter sind die Gewitter der Polar-Länder, die Regen-Bogen sind jedem Klima gemein. Die neuere Physik hat die Gewitter durch die verschiedene Elektrizität der Wolken und des Erdbodens, die Regen-Bogen durch die von der Kugel-Fläche der Regen-Tropfen bewirkten Brechung und Zurückwerfung der Sonnen-Strahlen vollkommen, letztere sogar mit geometrischer Genauigkeit erklärt; allein die Nord-Lichter sind noch immer ein Räthsel, welches fast von jedem Physiker auf andere Art aufgelöst wird. So gewöhnlich nun solche Räthsel sind, da wir nur die wenigsten Natur-Erscheinungen zu erklären im Stande sind, so natürlich ist doch der Wunsch, von einem Phänomen, das wir so oft mit unsern Augen sehen, vielleicht mit unsern Ohren hören, ja sogar mit unserer Nase riechen, einigermaßen den Grund angeben zu können. — Ich werde zuerst meinen Lesern die Beobachtungen und Erklärungen des Nord-Lichts, und

überhaupt alles was man von diesem merkwürdigen Phänomen noch vor einigen Jahren wußte, vorlegen, und sie dann mit den Untersuchungen bekannt machen, die einer der größten jetzt lebenden Physiker neuerlich darüber bekannt gemacht hat, wenn sie gleich den frühern Resultaten in einigen einzelnen Umständen widersprechen.

Es ist sonderbar, daß die Nord-Lichter gerade dann die allgemeine Aufmerksamkeit erregen, wenn sie am wenigsten merkwürdig sind, nämlich wenn sie sich zeigen. Das merkwürdigste an ihnen, und was vielleicht am schwersten zu erklären seyn möchte, ist das, daß sie zuweilen in einer Reihe von Jahren gar nicht gesehen werden. — Die Physiker können bey weitem nicht alle Erscheinungen des Regens vollkommen erklären; aber Niemand außer ihnen zerbricht sich den Kopf darüber, weil der Regen eine gar zu alltägliche Erscheinung ist, die nur die Aufmerksamkeit des Landmannes oder der Waschfrau in Anspruch nimmt; was aber würde es für ein Gerede geben, und was für heillose Meinungen würden zum Vorschein kommen, wenn der Regen einmal Jahre lang ausbliebe! Freilich würde sich dieses Ausbleiben durch empfindlichere Wirkungen äußern, als bey den Nord-Lichtern, die niemand vermißt; aber immer ist es auch bey ihnen merkwürdig, doch bey weitem nicht die einzige Merkwürdigkeit.

Eins der schönsten Nord-Lichter, und das auch

deswegen besonders merkwürdig ist, weil es sich über die südlichsten Länder von Europa verbreitete, ist dasjenige, welches sich am 19. Oktober 1726. zeigte. Die Beobachtungen, die darüber zu Paris, wo es vorzüglich schön erschien, angestellt wurden, können zu einer Beschreibung der Nord-Lichter überhaupt dienen, weil selbst diejenigen, die nicht so vollständig sind wie das von 1726, doch immer einzelne Züge aus diesem Gemälde, wenn gleich nicht alle, enthalten.

Ein vollständiges Nord-Licht fängt damit an, daß sich über dem nördlichen Horizont ein dunkler Nebel zeigt, an dessen linker oder westlicher Seite der Himmel heller als gewöhnlich zu seyn scheint. Dieser Nebel wird nach und nach größer, und krümmt sich zugleich nach oben, so daß er die Gestalt eines Abschnitts vom Kreise erhält, welcher auf dem Horizonte ruhet. Bald nachher bildet sich um den obern Theil dieses dunkeln Bogens ein anderer, zuweilen auch mehrere concentrische Bogen von weißlichem Lichte, durch deren Zwischenräume man den dunkeln Kreis-Abschnitt sieht. Alsdann steigen daraus Licht-Streifen oder Strahlen von gelber, grüner, blauer, rother, Farbe hervor, die ihren Ort schneller oder langsamer ändern, auch von Zeit zu Zeit verschwinden und wieder kommen, so daß in der ganzen Masse eine beständige Bewegung vorgeht. Während dieser Zeit nimmt die ganze Erscheinung an Licht und Grö-

ße zu, und bey jeder neuen Zunahme bemerkt man eine allgemeine Unruhe in der ganzen Licht=Masse, so daß die helleren Stellen immerfort abwechseln, die Strahlen häufiger hervorschießen, und bisweilen der ganze Himmel mit einem zitternden Licht angefüllt scheint. Nun zeigt sich am Zenith eine Krone, die gewöhnlich einen dunkeln Kreis umschließt, und aus der Vereinigung der von allen Seiten dahin ausfließenden Strahlen entsteht. Dieses ist der Zeitpunkt, wo das ganze Nord=Licht sich in seiner größten Pracht zeigt. Bald nahher tritt eine Art von Ruhe ein, die Erscheinung wird allmählig schwächer, doch so als wenn sie von Zeit zu Zeit wieder neue Kräfte sammelte, indem sich die vorigen Bewegungen und Abwechselungen von Strahlen, Licht=Säulen, Farben u. s. w. wieder sehen lassen. Diese Bewegung hört nach und nach auf, das Licht zieht sich wieder nach dem nördlichen Horizonte zusammen, wo es ruhig, wie beym Anfange, den dunkeln Kreis=Abschnitt umgibt, der sich nun auch allmählig zerstreut. Das ganze Schauspiel endigt, daß der nördliche Horizont noch einige Zeit sehr hell bleibt, welches sich aber auch nach und nach verliert.

Diese Beschreibung kömmt in den meisten Stücken mit demjenigen überein, was sich bey jedem großen Nord=Lichte zeigt. Auch weicht die Erzählung Maupertuis von den Nord=Lichtern in Lappland, wo er fast täglich Gelegenheit hatte sie zu beobachten, nur in

wenigen einzelnen Zügen davon ab. Dort, in der kalten Zone nimmt das Nord-Licht fast den ganzen Himmel ein, welches sehr natürlich ist, da der Pol, oder der eigentliche Mittelpunkt dieses Phänomens, nicht weit vom Zenith, dem Mittelpunkt des sichtbaren Himmels, entfernt ist. Die Bewegung der dortigen Nord-Lichter sieht aus, als ob große Fahnen von buntem geflammtem Taffent in der Luft geschwenkt würden. Die rothe Farbe ist dort die seltenste; doch sah Maupertuis in einer Nacht gegen Süden ein so lebhaftes rothes Licht, daß das ganze Gestirn Orions in Blut getaucht schien. Diese Röthe verwandelte sich aber bald nahher in violet und blau, und bildete in der Gegend des Zeniths eine Krone, deren Glanz durch den sehr hellen Mond-Schein nicht im geringsten verdunkelt ward.

Die vornehmsten Eigenheiten dieses Phänomens bestehen in folgendem:

1. Der eigentliche Sitz oder Brennpunkt der Nord-Lichter scheint die Nachbarschaft des Pols zu seyn, daher sie sich auch vorzüglich nur in den kalten Ländern, als Sibirien, Lappland, Schweden, Nord-Amerika, zeigen. In Schweden hat man sechsmal mehr bemerkt, als in Frankreich; und der südlichste Punkt, wo sich bisher Nord-Lichter gezeigt haben, ist in Portugal unter der Breite von 37 Grad. Am Süd-Pol ist dieses Phänomen wahrscheinlich nicht seltener als am Nord-Pol, wiewohl es seltener beobachtet wird, weil nur

Seefahrer von Zeit zu Zeit dem Süd-Pole nahe genug kommen. Nach Forsters Beschreibung, der es zuerst auf seiner Reise mit Cook beobachtet hat, ist das Süd-Licht unserm Nord-Lichte ganz ähnlich.

2. Die Nord-Lichter hängen nicht sowohl von der Pol-höhe als von dem Klima ab, oder vielmehr von der geographischen Lage des Ortes überhaupt. Obgleich sie im ganzen an Zahl und Stärke zunehmen, je weiter man nach Norden geht, so sind sie doch unter demselben Parallele desto häufiger, je kälter das Klima ist, häufiger in Sibirien und Nord-Amerika, als in Europa unter derselben Breite. So sieht man z. B. sehr selten in Spanien solche Nord-Lichter wie sie in Pensylvanien unter eben der Breite gewöhnlich sind. Dies läßt sich sehr leicht erklären, wenn man nicht den Pol selbst, sondern irgend einen Punkt in seiner Nachbarschaft, für die eigentliche Quelle der Nord-Lichter annimt; und daß dies höchst wahrscheinlich der Fall ist, wird sich unten zeigen.

3. Daß die Nord-Lichter im Winter öfter bemerkt werden als im Sommer, das ließe sich aus den dunkleren und helleren Nächten erklären. Allein merkwürdiger ist es, daß sie am häufigsten im Anfange und Ende des Winters sind. Unter allen Jahreszeiten ist die erste Hälfte des Oktobers die reichste an Nord-Lichtern: in diesem Monate zeigt sich fast der vierte Theil von allen im ganzen Jahre; im September, November und Februar ungefähr halb so viele.

4. Daß diese Erscheinnngen wenigstens nicht immer in unserer Atmosphäre, sondern oft in einer weit grössern Höhe vorgehen, das scheint allein der Umstand zu beweisen, daß sie oft über einem großen Theile des Erdbodens zugleich gesehn werden. Das große Nord-Licht von 1726 ward in ganz Europa beobachtet, mehrere Nord-Lichter sind in Schweden und in Nordamerika zugleich gesehn worden; da hingegen unsere Gewitter sich nur in einer Entfernung von wenigen Meilen zeigen. Man hat hieraus berechnet, daß die Nord-Lichter oft eine Höhe von mehr als hundert geographischen Meilen haben. Allein man wird unten sehen, daß sich sehr vieles gegen diese Rechnung einwenden läßt.

5. Die Nord-Lichter fangen gewöhnlich bald nach Sonnen-Untergang an, und man hat noch keines bemerkt, das nach Mitternacht angefangen hätte; auch hören sie gewöhnlich bald nach Mitternacht auf. Dieser Umstand ist vielleicht unter allen derjenige, der sich am schwersten erklären läßt, und der wahrscheinlich eben deswegen dereinst den größten Aufschluß über die Natur dieses Phänomens geben wird.

6. Das Geräusch, welches man beym Nord-Lichte gehört haben will, und welches Einige mit einem Zischen oder Knistern wie bey einer Feuersbrunst, Andere mit dem Rauschen von Taffent, der zerrissen wird, und noch Andere mit dem Rollen und Knallen des stärk-

sten Feuerwerks vergleichen, ist noch sehr problematisch. Maupertuis, der fast täglich die schönsten Nord-Lichter in Lappland sah, und eine Menge anderer Beobachter erwähnen nichts von einem solchen Geräusch, von dem man auch nicht wohl begreift, wie es aus einer Entfernung von hundert Meilen, durch einen Luft-leeren Raum, auf unser Ohr einen empfindlichen Eindruck machen könnte. Selbst Gmelin, der eine fürchterliche Beschreibung von diesem Getöse macht, gesteht, daß er es niemals sebst gehört habe, und beruft sich nur auf das Zeugniß der sibirischen Jäger, die es mit dem Ausdruck bezeichnen, „der wüthende Geist gehe vorüber," und behaupten, selbst die Hunde würden dadurch so in Furcht gesetzt, daß sie sich auf die Erde legten, und nicht aus der Stelle zu bringen wären, bis der wüthende Geist vorüber sey. Der Mineralog und Physiker Patrin versichert, daß er bey den unzähligen Nord-Lichtern, die er während seines neunjährigen Aufenthalts in Sibirien gesehen, nie das geringste Geräusch gehört habe und hält daher die ganze Sache für eine Fabel. Indessen wird man unten sehen, daß es vielleicht nicht ganz zu verwerfen ist.

7. Ein anderer sehr merkwürdiger Umstand, der sich nicht beweisen läßt, ist der, daß die Nord-Lichter eine periodische Erscheinung sind, und oft durch Zwischenräume von vielen Jahren unterbrochen werden. Wir haben keine zuverlässigen Nachrichten von Nord-

Lichtern, die älter sind als die Zeit, da man im Norden von Europa anfing, sich mit den Wissenschaften zu beschäftigen. Unsere ältesten Lehrer, die Griechen und Römer, bewohnten Länder, in denen diese Erscheinungen äußerst selten sind; doch finden sich schon in ihren Schriften Beweise, daß das Nordlicht ihnen nicht unbekannt gewesen ist. Von der Zeit an, da es uns nicht an fortlaufenden Nachrichten von solchen Erscheinungen fehlt, und in einem Zeitraum, wo man nicht versäumte, die unbedeutendsten Meteore aufzuzeichnen, finden sich mehrere Perioden, in denen gar keine Nord-Lichter beobachtet sind. Solche merkwürdige Lücken sind die von 1465 bis 1520, von 1581 bis 1600, von 1621 bis 1686, von 1696 bis 1716, wovon die letzten in eine Zeit fallen, da der Himmel im größten Theile von Europa jede Nacht sorgfältig beobachtet ward. Der Engländer Halley, einer der größten Astronomen und fleißigsten Beobachter des Himmels, gesteht, daß er im Jahre 1716, in seinem sechzigsten Jahre, das erste Nord-Licht gesehen habe. Auch zu unserer Zeit waren die Nord-Lichter seit mehrern Jahren seltener geworden, und scheinen erst seit kurzem sich wieder einzustellen. Diese periodische Erscheinung, und Unterbrechung durch Lücken von zwanzig bis sechzig Jahren, ist einer der Umstände, die sehr schwer zu erklären sind.

8. Man hat bemerkt, daß das Nord-Licht einen großen Einfluß auf die Elektrizität der Luft und auf die

Richtung der Magnet-Nadel hat, und daß besonders die letztere dadurch ihre Abweichung ändert, und anfängt hin und her zu schwanken. Allein es ist wenigstens gewiß, daß diese Wirkung sich nicht bey jedem Nord-Licht äußert.

Jedem, der diese Umstände aufmerksam betrachtet, muß es auffallen, daß darunter manche einander zu widersprechen scheinen; daß folglich, da die Wahrheit der Thatsachen sich nicht bezweifeln läßt, bey diesem Phänomen noch manches räthselhaft ist, und daß wir nicht hoffen dürfen, es vollkommen erklären zu können. Alle Erklärungen die sich davon geben lassen, zerfallen in zwey Klassen: man hält die Nord-Lichter entweder für Meteore oder für kosmische Erscheinungen, das heißt, man nimmt entweder an, daß sie ihren Ursprung in unserer Atmosphäre, oder außer derselben, vielleicht in anderen Welt-Körpern, namentlich in der Sonne haben. Allein, welche dieser beyden Erscheinungen man auch annehmen mag, so scheint ihre periodische Unterbrechung von vielen Jahren immer gleich räthselhaft, und es giebt unter den oben erzählten Umständen einige, die dieser, andere die jener Erklärung zu widersprechen scheinen. So begünstigt z. B. der Umstand (No. 5) die Vermuthung, daß die Nord-Lichter atmosphärischen Ursprunges sind; dagegen wird es wahrscheinlich, daß sie fremden Ursprungs sind, wenn man bedenkt, daß sie ihren Sitz

weit über unserer Atmosphäre haben sollen (No. 4.). Wir befinden uns hier also in dem Falle, der uns nur zu oft begegnet, daß wir gestehen müssen, wir wissen es nicht.

Die Leser würden mir es wenig Dank wissen, wenn ich sie mit der Erzählung aller Hypothesen, die man zur Erklärung dieser Phänomene ersonnen hat, langweilen wollte. Da indessen dieser Aufsatz sehr unvollständig seyn würde, wenn er nicht wenigstens einen Fingerzeig gäbe, wie sie sich erklären lassen, so will ich versuchen, meinen Lesern mit wenigen Worten die zwey wahrscheinlichsten Hypothesen zu erklären, wovon die eine die Nord-Lichter aus der Sonne auf die Erde herabführt, die andere sie aus der Erde hervorsteigen läßt. Die Leser mögen dann selbst wählen zwischen der Astronomie und der Physik.

Die erste Hypothese, die Mairan ersonnen und mit großem Scharfsinn entwickelt hat, erklärt die Sache auf folgende Art. Man wird sich aus dem Artikel über die Sonne im dritten Bande dieser Sammlung erinnern, daß das sogenannte Zodiakal-Licht nach aller Wahrscheinlichkeit nichts anders ist, als die höchsten Schichten der Sonnen-Atmosphäre, die sich in der Richtung ihres Aequators vielleicht weit über die Erd-Bahn hinaus erstrecken, so daß die Erde, nach ihrer verschiedenen Lage gegen den Sonnen-Aequator, und nach der verschiedenen Ausdehnung der Sonnen-

Atmosphäre, sich bald innerhalb bald außerhalb derselben befindet. Im erstern Falle müssen sich die Atmosphären der Sonne und der Erde reiben und mit einander vermischen: die nächsten Theile der erstern werden von der Erde stärker angezogen als von der Sonne, bleiben folglich das Eigenthum unserer Atmosphäre, in der sie, wegen ihrer Leichtigkeit, die höchsten Schichten einnehmen, und durch die Schwung-Kräfte, welche aus der schnellen Umdrehung der Erde entstehen, nach den Polen, wo keine Umdrehung Statt findet, hingetrieben werden. Diese fremden Dünste sind entweder, wie die Quelle aus der sie kommen, selbstleuchtend, oder werden durch Reibung und Gährung mit der der Erde eigenthümlichen Luft, oder durch irgend eine andere Ursache, die man bey jeder Hypothese zu Hülfe nehmen muß, vielleicht durch Elektrizität, entzünden, und bilden so ein Nord-Licht. Es ist natürlich, daß die gröberen dunkleren Theile der Sonnen-Atmosphäre, welche die Erde an sich gerissen hat, wegen ihrer größeren Schwere, die untersten Schichten einnehmen, die leichteren, feineren, brennbaren aber die obersten: so bilden also jene den dunkeln Kreis-Abschnitt, der dem ganzen Nord-Lichte, wie oben gezeigt ist, zur Basis dient, aus der diese als Strahlen oder Licht-Säulen, sich erheben. Es folgt hieraus, daß die Nord-Lichter in den Jahres-Zeiten am häufigsten seyn müssen, in welchen die Erde

sich am tiefsten in die Sonnen-Atmosphäre einsenkt; und dieses sind, nach Mairans Erklärung, gerade die Monate, da sie in der That am häufigsten beobachten werden (No. 3.) Es folgt ferner daraus, daß kein Nord-Licht Statt finden kann, wenn die Sonnen-Atmosphäre, wie es aus den Beobachtungen des Zodiakal-Lichts wirklich oft der Fall zu seyn scheint, sich so weit zusammengezogen hat, daß die Erde während mehrerer Umläufe gar nicht in dieselbe tritt: und hieraus erklären sich die periodischen Unterbrechungen dieser Phänomene (No. 7,) so wie die meisten andern Umstände, die man an ihnen wahrgenommen hat.

Es findet indessen ein Umstand Statt, der sich durch diese Hypothese nicht wohl erklären läßt, nämlich, daß die Nord-Lichter sich nur des Abends, und nie gegen Morgen zeigen. Auch ließen sich noch mehrere Einwürfe machen, die aber auch andere Hypothesen treffen. Manchen wird diese Erklärung vielleicht gefallen, weil sie nicht aus der Luft gegriffen ist; andere werden daran aussetzen, daß sie zu weit her geholt ist. Bey diesen wird die andere Hypothese mehr Glück machen, die ganz aus unserer Nähe genommen, und so zu sagen, einheimisches Produkt ist.

Nach Kirwan's Hypothese entstehen die Nord-Lichter aus der Entzündung der brennbaren Luft oder des Wasserstoff-Gas, welches bekanntlich,

wegen seiner geringen Schwere, die obersten Schichten unserer Atmosphäre einnimmt, und durch die Schwung=Kräfte der Umwälzung der Erde, in den Gegenden der Pole angehäuft wird. Die Luft, die wir einathmen, besteht hauptsächlich aus zwey Luft=Arten, dem Stickstoff=Gas (azote) und dem Sauerstoff=Gas (oxigène), die in dem Verhältnisse von 18 zu 7 oder fast drittehalb zu eins verbunden sind; sie enthält aber kein Wasserstoff=Gas (hydrogène.) Das Wasser hingegen ist aus Oxygen und Hydrogen in dem Verhältniß von 17 zu 3 oder beynahe sechs zu eins zusammengesetzt; und das Hydrogen spielt in der ganzen Natur, besonders in der organischen, eine große Rolle. Man begreift also leicht, daß durch die beständige Auflösung des Wassers auf der Oberfläche der Meere und Flüsse, so wie durch die Fäulniß oder Zerlegung der Thiere und Pflanzen, in jedem Augenblick eine große Menge von Wasserstoff=Gas entwickelt wird, welches vermöge seiner Leichtigkeit in die Atmosphäre emporsteigen muß. Da es sich nun demohnerachtet, wie wir eben gesehen haben, selbst in den höchsten Lagen der Luft, zu denen Menschen gelangt sind, nicht als Bestandtheil der Luft befindet, so muß dieses Gas frey durchgegangen seyn, indem es sich vielleicht mit einem kleinen Theile des, besonders in den oberen Luft=Schichten befindlichen Oxygens, vereinigt. Das Wasserstoff=Gas steigt nämlich,

da es dreyzehnmal leichter ist als die Luft, die wir einathmen, über die höchsten Luft-Schichten empor; und wir können unsere Atmosphäre als eine Mischung von zwey oder drey Gas-Arten, vom elektrischen Fluidum ansehen, welche mancherley wässerige und andere Dünste in sich trägt, und deren äußerste Gränze von Wasserstoff-Gas bedeckt ist. Da nun dieses Gas zugleich in hohem Grade brennbar ist (daher es auch ehemals den Namen der brennbaren Luft hatte,) und namentlich durch den elekrischen Funken leicht entzündet wird, so läßt sich die Erscheinung der Nord-Lichter im allgemeinen sehr wohl durch die Hypothese erklären, daß das über den höchsten Schichten der Atmosphäre, besonders in der Gegend der Pole, angehäufte Wasserstoff-Gas durch einen elektrischen Funken, oder durch irgend einen andern entzündbaren Körper in Brand gesetzt wird. Dieses einmal entzündete Gas wird nun fortbrennen, so weit es ohne Unterbrechung ausgedehnt ist: es wird sich also von dem Pol aus nach allen Seiten eine Feuersbrunst verbreiten, die im Ganzen derjenigen sehr ähnlich ist, welche wir bey dem Nord-Lichte wahrnehmen.

Diese Erklärung hat unstreitig vieles was sie empfiehlt, wäre es auch nur, weil man nicht aus der Fremde holen soll, was man bey sich zu Hause hat. Allein sie hat überdem auch noch das gute, daß sie zugleich eine andere Schwierigkeit in der Physik un-

serer Erde auflöset. Es ist ausgemacht, daß in jedem Augenblick, aus der Erde und dem Meere eine Menge Wasserstoff-Gas entwickelt wird, welches sich über der Atmosphäre sammelt, und wegen seiner geringen Schwere nicht wieder zur Erde herabsinken kann. Es entsteht also natürlich die Frage, was aus diesem Gas endlich wird, und was für ein Ende es nehmen würde, wenn seine Masse in den oberen Regionen der Atmosphäre sich immerfort auf Kosten der Erde anhäufte. Die Natur kann sich nur durch einen einzigen Kreis-Lauf im Gleichgewicht erhalten. Ein solcher Kreis-Lauf muß also auch hier Statt finden, und das Hydrogen, das der Erde durch Ausdünstung entzogen ist, muß ihr, wenn gleich vielleicht unter einer andern Gestalt, zurückgegeben werden. Der Verbrennungs-Prozeß, den uns die Nord-Lichter zeigen, vermindert die angehäufte Masse des Hydrogens; um es aber auch zur Erde zurückzuführen, muß noch etwas anders vorgehen. Wir haben gesehen, daß Wasser nichts anders ist, als eine Mischung von Oxygen und Hydrogen in dem Verhältnisse von 17 zu 3. So lange beyde Stoffe in Gas-Gestalt nach diesem Verhältnisse vereinigt sind, so verhindert die große Menge des Wärme-Stoffs, den sie enthalten, und der sie eben in den gasartigen Zustand versetzt, ihre innige Vermischung, aus der die Zusammensetzung des Wassers entsteht. Sobald sie aber ent-

zündet werden, so wird dieser Wärme=Stoff durch das Verbrennen entbunden: das Hinderniß der Vereinigung ist gehoben, beyde Stoffe vermischen sich auf das Innigste, und verwandeln sich in Wasser, welches an Gewicht eben so viel beträgt, als sie zusammen in ihrem gasartigen Zustande wogen, das aber einen zwey bis dreytausendmal kleineren Raum einnimmt, folglich auch eben so vielmal spezifisch schwerer ist, als beyde Stoffe zusammen im gasartigen Zustande waren. Wenn man sich nun vorstellt, daß durch den großen Prozeß der Nord=Lichter nicht bloß das Hydrogen über der Atmosphäre, sondern auch der Theil des Oxygens, der sich damit verbunden hat, verbrannt wird; so kann daraus ohne Zweifel Wasser entstehen, welches entweder sogleich, oder doch nach einiger Zeit, nachdem es sich in den unteren Regionen der Atmosphäre zu Wolken gesammelt hat, in Regen oder Schnee zur Erde herabfällt; wodurch der Kreis=Lauf, der zur Erhaltung des Gleichgewichts erfodert wird, vollendet ist.

Es fällt in die Augen, daß durch diesen Verbrennungs=Prozeß der Nord=Lichter, in der Gegend der Pole die Masse der Atmosphäre vermindert wird, wovon dann eine natürliche Folge ist, daß die Luft aus den südlicheren Gegenden diese entstandene Leere einnimmt, oder daß ein Luft=Zug nach den Polen hin entsteht, und zugleich die ganze Atmosphäre einen

niedrigeren Stand annimmt. Dies stimmt vollkommen mit der Erfahrung überein, die man gemacht haben will, daß nach einem Nord-Lichte das Barometer gewöhnlich sinkt, und starke Winde, mehrentheils aus Süden, wehen.

Die einzigen gründlichen Einwürfe, die man gegen diese Hypothese gemacht hat, sind folgende. Das Wasserstoff-Gas befindet sich an der höchsten Gränze der Atmosphäre; diese aber erstreckt sich bey weitem nicht bis zur Höhe von hundert Meilen, wo die Nord-Lichter ihren Sitz zu haben scheinen. Allein dieser Einwurf trifft die erstere oder Mairansche Hypothese eben so wohl, und man hat bis jetzt nur die Wahl zwischen diesen beyden Hypothesen. Ueberdem ist uns die äußerste Höhe unserer Atmosphäre ganz unbekannt, weil wir das Gesetz nicht kennen, nach welchem sich ihre Dichtigkeit in großen Höhen ändert: wir wissen nur aus den Beobachtungen der Dämmerung, daß der Theil der Atmosphäre, der im Stande ist die Sonnen-Strahlen zurückzuwerfen, eine Höhe von mehr als zehn Meilen hat; aber wir wissen nicht, wie weit sich die Lagen von Hydrogen über ihr erstrecken. — Endlich ist die Höhe der Nord-Lichter von hundert Meilen nichts weniger als bewiesen. Wenn man die äußerste Höhe unserer Atmosphäre, wo sich das Hydrogen entzündet, zu zwanzig Meilen annimmt, so würde das Nord-Licht, wenn

es nur einen Punkt einnähme, über einen Theil der Erd-Fläche sichtbar seyn, der ungefähr 360 Meilen im Durchmesser hat; und wenn dieser Punkt der Pol selbst wäre, so würden die Nord-Lichter nur vom Pole bis zum 78sten Grade der Breite sichtbar seyn. Allein die Nord-Lichter nehmen, wie der Augenschein es lehrt, nicht gerade den Pol, auch überhaupt nicht einen Punkt, sondern eine sehr große Zone in der Nachbarschaft des Pols ein; und wenn man in Europa und in Amerika dieses Phänomen zugleich beobachtet, so sieht man an beyden Oertern zwar dasselbe Nord-Licht, aber nicht denselben Theil desselben, nicht denselben Abschnitt der vom Nord-Lichte erleuchteten Polar-Zone; so daß eine weit geringere Höhe hinreicht, diese Beobachtungen zu erklären, als die welche man gewöhnlich daraus geschlossen hat. Es ist begreiflich, daß, wenn durch einen elektrischen Funken, oder durch irgend einen andern feurigen Körper, das Wasserstoff-Gas in den höchsten Regionen der Luft einmal entzündet ist, dieses Feuer sich über die ganze Atmosphäre der Erde, so weit sie eine hinlängliche Menge von diesem brennbaren Gas enthält, verbreiten muß. Wenn nun die Atmosphäre in den kalten Ländern vorzüglich mit Wasserstoff-Gas bedeckt ist, so begreift man leicht, daß ein Nord-Licht, welches z. B. in Sibirien seinen Anfang genommen hat, bald auch in Europa und in Nord-Amerika sichtbar seyn wird, wenn es gleich keine größere Höhe hat als

die Atmosphäre; und es wird dadurch zugleich der Umstand erklärt, daß die Sichtbarkeit der Nord-Lichter sich nicht genau nach der Pol-Höhe der Oerter, sondern auch nach ihrem von Lokal-Umständen abhängenden Klima richtet.

Allein es giebt noch einen Umstand, den man hiebey ganz vergessen hat; und das ist die Kraft der Luft, die Licht-Strahlen zurückzuwerfen. Vermöge der Reflexion des Lichts wird das Nord-Licht in einer weit größern Entfernung gesehen, als wohin die Strahlen desselben unmittelbar oder in gerader Linie reichen; so wie wir aus der nämlichen Ursache den Rand der Wolken noch lange nach Untergang der Sonne von ihren Strahlen vergoldet sehen, und so wie sich von einer Feuersbrunst oder einer erleuchteten Stadt, die zu entfernt ist, als daß wir sie selbst sehen könnten, der Widerschein am Himmel zeigt. Das Nord-Licht wirft nämlich seine Strahlen nicht bloß auf die Erde, sondern nach allen Seiten in die Atmosphäre: die hiedurch erleuchtete Luft bildet gleichsam ein zweytes schwächeres Nord-Licht, und es ist sehr wohl möglich, daß man in den südlichsten Ländern nie etwas anders sieht, als dieses reflektirte Nord-Licht, so wie wahrscheinlich das sogenannte Wetterleuchten nichts anders ist, als der Wiederschein der Blitze aus einer Gewitter-Wolke, die sich unter unserm Horizonte befindet. Hieraus wird es denn auch begreiflich, daß die Nord-Lichter desto schwächer wer-

den, je weiter der Beobachter vom Pol entfernt ist, weil er in eben dem Verhältnisse desto weniger von dem wahren Nord-Licht erblickt.

Der zweyte Einwurf, den man gegen diese Erklärung machen kann, betrifft nicht den Brenn-Stoff des Nord-Lichts, sondern das Zündungs-Mittel. Es ist oben gesagt worden, daß das Wasserstoff-Gas vielleicht durch einen elektrischen Funken entzündet wird, und man hat dagegen eingewandt, 1) daß alsdann das Nord-Licht eine dem Gewitter ähnliche Erscheinung seyn müsse, 2) daß im luftleeren Raum, oder in einer so verdünnten Luft, wie in den hohen Regionen der Nord-Lichter Statt haben muß, der elektrische Funken nicht zünden könne. Auf das Erstere läßt sich leicht antworten. Es ist wahr, das Hydrogen wird schnell entzündet, aber es brennt langsam fort, bis es verzehrt ist; und dieses ist es gerade, was die Nord-Lichter uns zeigen. Das Aufschießen der Strahlen geschieht in einem Augenblick, und hat allerdings sehr viel Aehnlichkeit mit dem Blitz; allein es verschwindet nicht so schnell wie dieser, weil der einmal entzündete Stoff nun ruhig fortbrennt. — Der zweyte Einwurf ist wichtiger, und scheint in der That zu beweisen, daß die Nord-Lichter, besonders die in sehr großen Höhen, nicht durch einen elektrischen Funken in Brand gesetzt werden, sondern durch irgend ein anderes Zündungs-Mittel, das wir vielleicht nicht kennen, das aber bey jeder Hypo-

these angenommen werden muß. Es fehlt der Natur wahrlich nicht an Feuerzeugen, um den Zunder auf ihrem Heerde anzuzünden: es vergeht vielleicht keine Nacht, in der nicht Hunderte von feurigen Meteoren, Stern-Schnuppen, Feuer-Kugeln, u. s. w. unsere Atmosphäre durchkreutzen, die hinlänglich sind, das Hydrogen in Brand zu stecken, wenn ihre Richtung sie durch die höchsten Regionen der Atmosphäre nahe bey den Polen führt. Nimmt man dieses Zündungs-Mittel an, so werden die Nord-Lichter eine ganz zufällige Erscheinung, und wir dürfen uns um so weniger wundern, daß sie bald häufig, bald durch eine Reihe von Jahren unterbrochen sind.

Ich gestehe gern, daß keine dieser Hypothesen alle einzelnen Umstände, die man bey den Nord-Lichtern wahrgenommen hat, vollkommen erklärt; auch bin ich weit davon entfernt, in einem Buche wie dieses, eine vollständige Erklärung von einem der räthselhaftesten Phänomene in der Natur unternehmen zu wollen. Indessen können obige Hypothesen uns überzeugen, daß bey diesen Phänomenen alles ganz natürlich zugeht, und daß sie, gleich den Kometen, weder Krieg, Pest, Theurung, und andere Land-Plagen verkündigen, noch ein ungewöhnlich sündiges oder ungläubiges Zeit-Alter anzeigen. Alles was sie vielleicht vorher sagen können, ist Wind, und zwar, damit man mich nicht unrecht verstehe, Süd-Wind, wie oben erinnert ist.

Diese zwey Hypothesen sind wenigstens, wenn sie gleich nicht alles erklären, auf Erfahrung, und auf astronomische oder chymische Kenntnisse gegründet: sie sind eine derbe Kost, die einem gesunden Magen immer gut bekömmt, wenn sie gleich den Gaumen noch etwas vermissen läßt. Denn Mancher ist gewöhnt, nach dem besten Diner noch ein Dessert einzunehmen, und dadurch das Gute, das jenes angerichtet hat, zu zerstören. Ein kluger Gastwirth sorgt für alle Arten von Gästen; ich bitte daher meine Leser um Erlaubniß, noch ein kleines Dessert aufzutragen, das vielleicht Manchem, wäre es auch nur der kleineren Schüssel wegen, besser schmecken wird, als das vorhergegangene lange Diner.

Die erste Erklärung, die ich meinen Lesern zu ihrer Erholung von den vorhergehenden, vielleicht zu ernsthaften, vorlegen werde, ist von der Art, daß ich, um allen Mißverständnissen zuvorzukommen, gleich anfänglich erklären muß, daß ich sie nicht aus Klimms unterirdischen Reisen, einem hoffentlich allen meinen Lesern bekannten Buche, genommen habe. Sie stammt vielmehr von einem der größten Astronomen und Physiker, dem bereits oben genannten Engländer Halley her, und ist, so scherzhaft sie scheint, ganz ernstlich gemeint. Halley fand es zur Erklärung der Aenderungen der Abweichung der Magnet-Nadel nöthig, eine doppelte Erde anzunehmen, oder vielmehr

einen Kern in der Erde, der von der Schale, die wir bewohnen, durch einen Zwischen-Raum getrennt sey. Da nun alles von der Natur benutzt und mit lebenden Geschöpfen besetzt ist, so glaubte Halley, diesen unterirdischen Erdboden, eben so wie wir es mit allen übrigen Welt-Körpern gemacht haben, bevölkern zu müssen; und damit die Bewohner desselben ihr Leben nicht wie Maulwürfe in einer ewigen Nacht zubrächten, so füllte er diesen Zwischen-Raum mit einer leuchtenden Materie an, die ihnen dieselben Dienste leistet, wie uns die Sonne oder der Mond. Zugleich aber konnte ein Genie, wie Halley, es nicht lassen, zwey Fliegen mit einer Klappe zu schlagen. Denn was war nun natürlicher, als daß diese laufende Materie zuweilen durch Ritzen, Öffnungen, oder zu dünnen Stellen in der von uns bewohnten Rinde, ausströmt, und uns durch das schöne Schauspiel des Nord-Lichts an dem Tages-Licht unserer unterirdischen Landsleute Theil nehmen läßt.

Man muß gestehen, daß diese Hypothese reichlichen Stoff darbietet, nicht allein zur Erklärung der Nord-Lichter und anderer ähnlicher Phänomene, z. B. der nicht seltenen hellen Herbst-Nächte, die zuweilen unsere Laternen unnöthig machen, und von denen sich gar kein Grund angeben läßt, sondern auch zu einem interessanten Roman, oder zu einer neuen vermehrten Ausgabe von Gullivers Reisen. Es ist in

der That merkwürdig, daß die Gnomen, die so liebliche Volks-Mährchen veranlaßt haben, eigentlich die Erfindung eines großen Astronomen sind, der dabey kein Arges hatte, und an weiter nichts dachte, als die Erscheinungen des Magnetismus und der Nord-Lichter zu erklären.

So wie Halley den Ursprung der Nord-Lichter unter der Erde suchte, so haben ihn Andere unter dem Wasser gesucht, so daß durch die vier hier vorgetragenen Erklärungen gerade die vier Elemente erschöpft sind, nämlich Feuer (die Sonne,) Luft (das Wasserstoff-Gas,) Erde (Halley's unterirdischer Planet,) und Wasser, von dem nun die Rede ist. Nach dieser letzten Erklärung, die eine wahre Dessert-Speise ist, sind die Nord-Lichter nichts anders, als der von der Atmosphäre reflektirte Glanz der das Welt-Meer durchziehenden Schwärme von Heringen. Die erste Bemerkung, die Jedem hiebey auffällt, ist die, daß auf solche Art die Atmosphäre, gegen die sonstigen Erfahrungen, ein sehr stark vergrößernder Spiegel seyn müßte, weil das reflektirte Licht das ursprüngliche, welches Niemand bemerkt, in einem ungeheuern Verhältniß übertrifft. Nach dieser Hypothese verkündigen die Nord-Lichter nicht etwa eine Aenderung der Witterung, sondern etwas, das uns nicht weniger interessirt, einen reichen Herings-Fang; und die Ursache davon, daß die Nord-Lichter seit mehreren

Jah-

Jahren so selten geworden waren, ist keine andere als der Krieg, dessen Kanonen-Donner, besonders in den See-Schlachten, diese leckere Speise von unseren Küsten verscheucht hat: daher es nun auch begreiflich ist, warum die Nord-Lichter gleich nach hergestelltem Frieden sich wieder eingestellt haben. Die schwächeren Nord-Lichter, die sich besonders in südlicheren Klimaten zeigen, sind dann vielleicht der Widerschein von den Zügen der Strömlinge in der Ost-See oder der Sardellen im mittelländischen Meere. Jede Sache hat ihre gute Seite; und das Gute was man dieser Erklärung nicht absprechen kann, ist, daß sie der Furcht vor Nord-Lichtern, die nicht so ganz ungewöhnlich ist, mit großem Erfolg entgegen wirkt: denn Niemand, der nicht eine Scheu vor Heringen hat, wird sich nun mehr davor fürchten; Jedermann wird vielmehr den Holländern, Schotten, Norwegern, u. s. w. ein von Nord-Lichtern gesegnetes Jahr wünschen.

Ich komme nun zu den im Anfange dieses Aufsatzes erwähnten Untersuchungen über das Nord-Licht, die Hr. **Biot** in Paris vor einigen Jahren bekannt gemacht hat, und die, wie alles was man diesem großen Physiker verdankt, eine solide und schmackhafte Speise sind. Die Resultate davon sind folgende.

1. Die Nord-Lichter sind nicht so weit von der Erde entfernt, wie man bisher geglaubt hat, sondern **befinden sich in unserer Atmosphäre**: wel-

ches schon daraus erhellt, daß sie sich nicht wie die Sterne um die Erde wälzen, sondern wie die Wolken mit der Erde umdrehen, so daß die Sterne auf ihrem täglichen Laufe die Nord-Lichter durchkreutzen. Sie scheinen daher wahre Wolken, wiewohl von anderm Inhalt als die gewöhnlichen Wolken, zu seyn, nicht feuchter sondern trockener Natur. Daß sie nicht über der Region der gewöhnlichen Wolken erhaben sind, daran kann gar kein Zweifel seyn, wenn sie wirklich ein Geräusch hören lassen: und H. Biot führt viele glaubwürdige Zeugen an, die es bestätigen, daß die Nord-Lichter, besonders in Sibirien, Skandinavien, und den Shetlands-Inseln, oft ein sehr starkes Geräusch hören lassen. Da es aber eben so ausgemacht ist, daß dieses Geräusch sich nicht bey jedem Nord-Lichte hören läßt, so scheinen diese Meteore, gleich den gewöhnlichen Wolken, bald höher bald niedriger zu seyn; und es ist sehr wohl möglich, daß sie der Erd-Fläche zuweilen eben so nahe wie die Wolken sind, die wir Nebel nennen: denn Reisende versichern, daß sie sich auf dem norwegischen Gebirge im Nord-Lichte selbst befunden, und einen starken Schwefel-Geruch empfunden haben. — Also Wolken trockner und leuchtender Natur, deren Ausflüsse sichtbar, hörbar, und riechbar sind.

2. Die Materie dieser Licht-Gewölke hat eine sehr genaue Verwandtschaft mit dem Magnetis-

mus unserer Erde. Dies erhellt nicht allein aus der bekannten Erfahrung, daß das Nord-Licht einen sehr merklichen Einfluß auf die Abweichung der Magnet-Nadel hat, sondern auch aus einer genaueren Beobachtung ihrer Gestalt und Lage. Nach Hrn. Biot's Beobachtungen bestehen die Nord-Lichter aus Säulen oder cylindrischen Wolken, welche die Richtung der Magnet-Nadel, das heißt, sowohl ihre Declination als Inclination haben. Da wir nun keine anderen Substanzen auf der Erde kennen, die für den Magnetismus empfänglich sind, als das Eisen und einige wenige andere Metalle; so ist es wahrscheinlich, daß die Phänomene, die wir Nord-Lichter nennen, nichts anders sind als Wolken, zusammengesetzt aus metallischen Theilen, die in einen äußerst feinen Staub aufgelöset sind.

3. Hiedurch wird nun zuerst das Leuchten dieser Wolken, oder das eigentliche Nord-Licht erklärt. Da nämlich die Metalle vortreffliche Elektrizitäts-Leiter sind, und da es bekannt ist, daß die Schichten der Atmosphäre, nach ihrer größeren oder geringeren Höhe, sehr verschiedene Grade von Elektrizität enthalten, so bilden die Nord-Lichter, wenn sie aus beynahe vertikalen Säulen bestehen, Leiter, welche zwischen den verschiedenen Elektrizitäten der höheren und niederen Luft-Schichten das Gleichgewicht herstellen: woraus, da diese Leiter nicht vollkommen zusammen-

hängen, sondern aus unzähligen feinen Theilchen bestehen, eine fortdauernde Strömung von elektrischem Lichte längs diesen cylindrischen Conductoren entstehen muß. In den höchsten und dünnsten Lagen der Atmosphäre, wo der Widerstand der Luft unmerklich ist, wird diese Strömung ohne Geräusch vor sich gehen, und dem phosphorescirenden Lichte des elektrischen Fluidums in luftleeren Glas-Röhren ähnlich seyn; in den niedern Schichten aber, wo die Strömung durch den Widerstand der Luft unterbrochen wird, werden zischende und knallende Explosionen entstehen, wie es die Erfahrung gezeigt hat.

4. Dies erklärt nun auch vollkommen, warum die Nord-Lichter nur nahe am Pole (eigentlich dem magnetischen Pol der Erde) vorzüglich stark sind, und mit der Entfernung vom Pol immer schwächer und seltener werden. Da nämlich die Säulen des Nord-Lichts die Lage der Magnet-Nadel haben, so erheben sie sich bey dem magnetischen Pol senkrecht in die Höhe: sie erstrecken sich also von den niedrigsten bis zu den höchsten Luft-Schichten, und werden dadurch Leiter zwischen sehr verschiedenen Elektrizitäten. Je weiter sie sich aber vom Pol entfernen, desto schiefer wird ihre Lage gegen den Horizont, und desto geringer der Unterschied zwischen den Elektrizitäten der äußersten Schichten: folglich muß die elektrische Erscheinung, oder das Leuchten und Zischen der Nord-

Lichter, ihre Sichtbarkeit und Hörbarkeit, in eben dem Verhältniß abnehmen.

5. Es folgt hieraus, daß das Leuchten keine nothwendige Eigenschaft des Nord-Lichts, sondern eine bloß zufällige Wirkung der verschiedenen Elektrizität der äußersten Luft-Schichten ist, durch welche sich die Säulen erstrecken. Wenn diese Ursache wegfällt, wie es sehr oft der Fall seyn kann, so werden wir unsichtbare Nord-Lichter haben, die aber nicht weniger auf die Magnet-Nadel wirken, als die, welche den schönsten Glanz haben. Dieses wäre dann vielleicht der Grund von den plötzlichen Veränderungen der Abweichung der Magnet-Nadel, die man oft bemerkt hat, ohne ihre Ursache errathen zu können.

6. Hieraus erklärt sich zugleich ein anderer häufig bemerkter Umstand, daß nämlich leuchtende Wolken gleich Racketen sich vom Nord-Lichte losreißen, die bald nachher verschwinden, oder einen weißlichen Schein zurücklassen. Es sieht dies nämlich ganz so aus wie eine vollkommene Entzündung, die durch das elektrische Fluidum bey unterbrochener Leitung sehr leicht entsteht.

Es bleibt uns nur noch eine Frage über: woher kömmt der metallische Stoff, aus dem die Nord-Lichter bestehen? und man muß gestehen, daß die Beantwortung dieser Frage die schwache Seite der Biotschen Hypothese ist. Wenn das woher? sich

auf den Ort bezieht, so scheint die Antwort nicht schwer: die Materie der Nord-Lichter wird von der Gegend der Erde geliefert, in der sie entstehen; und das ist, nach den oben angeführten Beobachtungen, der nördliche magnetische Pol, oder nach Hrn. Biot, ein Punkt im Norden der Baffins-Bay. Bezieht sich aber das Woher? auf die wirkende Ursache, so ist die Antwort nicht so leicht. Da jener Punkt, den Hr. Biot für die Werkstatt der Nord-Lichter hält, von einer Mauer ewigen Eises eingeschlossen ist, so ist es nicht möglich, hier die Natur in ihren Wirkungen zu beobachten, und wir sind in dem Falle, in welchem wir uns so oft befinden, Vermuthungen an die Stelle von Thatsachen setzen zu müssen.

Die Wolken der Nord-Lichter bestehen, nach der hier vorgetragenen Hypothese, aus Eisen, oder wenigstens aus einer metallischen, oder andern der magnetischen Kraft gehorchenden Materie, die in Dünste verwandelt und bis zur größten Höhe der Atmosphäre heraufgetrieben ist; und es ist freylich nicht schwer, die Luft-Löcher oder Schornsteine zu errathen, durch welche die Erde diese Materie ausströmen läßt. Was könnte es anders seyn, als die Krater der feuerspeyenden Berge? Alsdann wären die Nord-Lichter das, was nach einem kleineren Maaßstabe das Feuer ist, welches sich in der Nacht über der Esse einer Schmiede zeigt, und wahrscheinlich auch aus Eisen-Theilchen

besteht, die von dem glühenden Rauch in die Luft gerissen werden. Es ist bekannt, daß jede vulkanische Eruption eine ungeheure Menge von leuchtenden metallischen Körpern auswirft, die, in Staub aufgelöst, sich oft über hundert Meilen weit verbreiten. Es ist auch nicht zu längnen, daß die meisten und thätigsten Vulkane sich in den kältesten Ländern der Erde im Schooße des Eises, in Island, Kamtschatka, den Aleutischen Inseln, u. s. w. befinden; und es ist nicht unwahrscheinlich, daß auch jener bis jetzt unzugänglicher Punkt nordlich von der Baffins-Bay, der Sitz von Vulkanen ist. Aber bewiesen ist dies nicht, und es lassen sich überhaupt mehrere Einwürfe dagegen machen.

Nach den neuesten und genauesten Beobachtungen über die Abweichung und Neigung der Magnet-Nadel ist es höchst wahrscheinlich, daß sich in jeder Halbkugel der Erde, nicht einer, sondern zwey magnetische Pole befinden, und daß die beyden nordlichen bey der Hudsons-Bay und bey Nowa Semla liegen; allein gerade in dieser Gegend giebt es keine Vulkane. Dagegen giebt es deren viele in Gegenden, wo sich niemals Nord-Lichter zeigen, wie in Sizilien, Neapel, Süd-Amerika, u. s. w. Es scheint also, daß die gröberen Theile der von den Vulkanen ausgeworfenen Materie, wie Asche und dergleichen, in Gestalt eines trockenen Regens, auf die benach-

ten oder vielleicht hundert Meilen entfernten Länder herabfallen, so wie im Jahre 1812 die westindische Insel Barbadoes von der Asche eines feuerspeyenden Berges auf der, siebenzig Meilen entfernten, Insel St. Vincent bedeckt ward, und so wie im Jahre 1755 die Asche aus einem Vulkan in Island auf die, 140 Meilen entfernten, Orkney=Inseln herabfiel; daß hingegen die feineren, in Dünste aufgelösten Theile sich in die höheren Regionen der Atmosphäre erheben, alsdann der magnetischen Richtung folgen, und sich um den magnetischen Pol anhäufen, wo sie Wolken bilden, denen wir den Namen „Nord=Lichter" geben.

Durch diese Hypothese, die freylich, wie alle Hypothesen, manchen Schwierigkeiten unterworfen ist, ließe sich vielleicht zugleich ein anderes Phänomen erklären, welches seit einiger Zeit die Aufmerksamkeit selbst derjenigen, die keine Physiker sind, auf sich gezogen hat, nämlich die Meteor=Steine, die, wie Jedermann weiß, größtentheils aus Eisen bestehen. Man sieht nun wenigstens die Möglichkeit, wie so große metallische Massen, die durch irgend eine, vielleicht elektrische Entzündung, zusammengeschmolzen sind, und dann durch ihre Schwere auf die Erde herabfallen, sich in der oberen Luft erzeugen können. Die Aerolithen wären dann, wie man längst vermuthet hat, vulkanische Produkte, die aber nicht, wie einer der größten Mathematiker und Physiker unserer

Zeit geglaubt hat, aus den Vulkanen des Mondes, sondern unserer Erde selbst kommen. Es wäre dieses dann einer der vielen Fälle, wo die wahre Erklärung uns weit näher liegt, als wir sie suchen. Vielleicht aber ist es vor der Hand noch das Klügste, die Nord-Lichter und die Aerolithen in die zahlreiche Klasse von Natur-Phänomenen zu setzen, die für uns ein Geheimniß sind, wenn sie es gleich nicht immer bleiben werden, und jede neue Beobachtung und Untersuchung uns um einen Schritt näher zur Wahrheit führt: denn nichts ist für die Wissenschaften nachtheiliger, als eine Sache als abgemacht anzusehen, oder sich einzubilden, daß man die wahre Erklärung gefunden habe, so lange noch der geringste Umstand da ist, der sich nicht darin fügen will; so wie in einem Räthsel ein einziges Wort, das mit der gegebenen Erklärung nicht überein kömmt, ein hinlänglicher Grund ist, diese Erkärung zu verwerfen. Man muß den Schlüssel ändern, bis er in das Schloß paßt, aber nicht, wie es in der Physik nur zu oft geschehen ist, das Schloß ändern und am Ende wohl gar verderben, um es dem Schlüssel anzupassen, weil es Schade wäre, ihn als unnütz wegzuwerfen. Um aber dem Schlüssel die gehörige Form zu geben, daß er das Schloß öffne, ist es nothwendig, wie man von jedem Schlosser lernen kann, das Schloß genau zu kennen: das heißt, man muß die Natur studiren, und

sich nicht auf das Errathen legen, nicht mit dunkeln Gefühlen begnügen, oder mit Geheimniß-Krämerey abgeben. Wenn obiger Aufsatz über die Nord-Lichter hiezu etwas beyträgt, so sind die Wünsche des Verfassers erfüllt, und seine Arbeit reichlich belohnt.

M i s z e l l e n.



Theorie der Uhren.

Jede Uhr ist ein Zeitmesser, Chronometer, oder soll es wenigstens seyn: sie entspricht daher ihrem Zwecke desto vollkommener, je genauer sie die Zeit bis in ihre kleinsten Theile mißt, und je länger sie diese Genauigkeit behält; mit andern Worten, je richtiger sie geht, und je dauerhafter sie ist. Hier scheint nun die erste Frage zu seyn, auf deren Beantwortung alles ankömmt: was eigentlich die Zeit sey. Raum und Zeit haben, wegen des heiligen Dunkels, welches über diesen Begriffen schwebt, dem Methaphysiker nicht weniger als dem Dichter reichlichen Stoff zu seinen Träumen oder Phantasien gegeben und meine Leser würden es mir wenig Dank wissen, wenn ich ihnen die längst erkalteten Gerichte aus dieser Küche aufwärmen wollte. Auch scheint es, um die Theorie oder den Mechanismus der Uhren zu erklären, nicht eben nöthig, sich in methaphysische Grübeleyen einzulassen: denn unter denen die am öftersten die Uhr aus der Tasche ziehen, gibt es so wenig Methaphysiker, als Mathematiker unter denen die beständig den Zirkel bey der Hand haben; und der Künstler, der die genau-

esten Uhren verfertigt, bekümmert sich so wenig um den abstrakten Begrif der Zeit, als der Tischler der die besten Lineale macht, nach dem frägt, was der Geometer unter Punkt und gerader Linie versteht.

Raum und Zeit sind zwey Begriffe, die obgleich beyde nicht zu den klarsten gehören, doch gegenseitig Licht über einander verbreiten. Ohne Raum kann man sich keinen Körper, ohne Zeit keine Veränderung, ohne beyde keine Bewegung denken. Bewegung ist Veränderung des Orts, oder Versetzung aus einem festen Punkt in den andern: die Veränderung erfodert Zeit, die festen Punkte setzen einen Raum voraus, und Veränderung findet Statt, wenn der Zustand eines Dinges in verschiedenen Augenblicken nicht derselbe ist. So wie sich also entfernte Punkte zum Raum verhalten, so verhalten sich die verschiedenen Augenblicke zur Zeit: sie sind die Punkte der Zeit. Raum ist der Canevas, auf dem unsere Einbildungskraft jeden Ort, alle noch so entfernten Punkte stickt; die ausgespannte Leinwand, auf der sie die verschiedenen Augenblicke oder Begebenheiten, jede in ihrer gehörigen Ordnung zeichnet: und da die Natur uns keine Gränzen vorgeschrieben hat, außerhalb welcher es keine Punkte oder keine Veränderungen mehr gäbe, so kann die Einbildungskraft auch Raum und Zeit nicht anders als unendlich denken. Beyde sind eine Ausdehnung ohne Gränzen; jene denken wir uns als fest und unbeweglich, in dieser findet eine ununter-

brochene Bewegung Statt. Der Raum ist ein unermeßliches, von keinem Winde bewegtes Meer, aus dem alle Körper gleich Felsen hervorragen; die Zeit ist der unendliche Strom, auf dem die Welt-Begebenheiten aus der Zukunft, durch die Gegenwart, in die Vergangenheit hinüberfließen. Niemand vermag die Quelle des Stroms der Zeiten zu bestimmen, oder die Mündung durch die er sich in das Meer der Ewigkeit ergießt. Nur die einzelnen Theile dieses Stroms, die einzelnen Perioden können wir miteinander vergleichen; und hiezu dienen uns, nicht die Tropfen dieses Wassers, die nur in unserer Phantasie ihr Daseyn haben, sondern die Begebenheiten, die gleich fremden Körpern auf dem Strome der Zeiten vor unsern Augen dahinfließen. So wie aber die Theile des absoluten Raumes sich durch die Menge der darin enthaltenen Körper oder Punkte nur dann messen lassen, wenn alle Punkte gleiche Entfernung von einander haben, so läßt sich auch die Zeit, durch die in ihr vorgefallenen Begebenheiten, nur dann messen, wenn diese gleichförmig auf einander folgen; so wie der Beobachter am Ufer die Geschwindigkeit des Stromes, durch die Menge der darauf schwimmenden Strohhalmen, wenn er von ihrer gleichförmigen Vertheilung auf der Oberfläche überzeugt ist, eben sowohl messen kann, als wenn er die vorüberfließenden Wasser-Tropfen selbst zählte.

So bekannt dieses alles zu seyn scheint, so häufig

handeln die Menschen doch, als wenn es ihnen ganz unbekannt wäre. Der Mensch gebraucht Raum um zu existiren, und Zeit um zu handeln; das heißt, er kann nicht leben, ohne einen Theil des unermeßlichen Raums und der unendlichen Zeit als Eigenthum zu besitzen: man tödtet also den Menschen, sowohl wenn man ihm seinen Raum nimmt, ihn einsperrt oder vernichtet, als wenn man ihm seine Zeit raubt; und gütiger Himmel, wie oft und auf wie mancherley Art wird dieser Diebstahl oder Todtschlag begangen, ohne daß es erkannt wird! Der Sklave, dem sein unbarmherziger Herr keinen Augenblick läßt, über den er frey schalten kann, darf sich mit eben dem Rechte beklagen, als wenn er auf sein ganzes Leben in den Kerker gesperrt wird. Der Mächtige, der sich ein Gewissen daraus machen würde, seinen Untergebenen einen Theil ihrer Häuser oder ihrer Felder zu rauben, läßt sie, ohne sich Vorwürfe zu machen, Tagelang in seinem Vorzimmer warten; und der Zudringliche, der mich mit seinem nur für ihn unterhaltenden Geschwätz auf die Folter spannt, und mir mein Eigenthum der Zeit eigenmächtig raubt, ist eben so straffällig, als wenn er sich einen Theil meines Hauses ohne meine Erlaubniß zu seinem Gebrauch anmaßt; das Unrecht das er begeht, ist im Grunde noch größer, da die Zeit nicht, wie der Raum, mein ausschließendes Eigenthum, nicht impenetrabel ist, sondern von mehreren zugleich benutzt werden kann, und er sie sich doch

aus-

ausschließend zueignet. Dieser Begriff des Eigenthums der Zeit liegt offenbar bey dem quälenden Gefühle der langen Weile, die uns andere machen, zum Grunde, einem Gefühl das uns eben so empört, als wenn wir unsers wohl erworbenen Vermögens gewaltsam beraubt werden.

Es scheint sogar offenbar, daß die Freyheit mehr in dem ungekränkten Besitze der Zeit als des Raumes besteht, und daß die Zeit überhaupt etwas edleres als der Raum ist. So wie es Menschen gibt, denen das Recht des Stärkern Raum und Zeit, und damit ihre ganze Freyheit geraubt hat, so gibt es auch solche, denen nur das eine geraubt ist, ohne daß ihnen der freye Gebrauch des andern geschmälert wird; und hier können wir am deutlichsten den Unterschied zwischen dem Eigenthum des Raums und der Zeit an zwey Klassen von Menschen sehen, welche die Straßen großer Städte durchziehn. Die glücklichen Herumtreiber, die ohne einen Fuß breit Landes ihr Eigenthum nennen zu können, den nicht occupirten Theil des absoluten Raumes, gewöhnlich freye Luft genannt, genießen dürfen wie es ihnen gut dünkt, weil sie unumschränkte Herrn ihrer Zeit sind, dürfen sich nicht über ihr Schicksal beklagen: denn diese wahren Weltbürger haben den Genuß ihrer Freyheit, gegen den Namen von Bettlern, Lazaroni, oder Müßiggängern, wohlfeil genug eingetauscht. Der Unglückliche aber, der nicht Herr seiner Zeit ist, fühlt den Mangel der Freyheit, wenn er gleich in Ansehung

des Raums unumschränkt ist, und heute und morgen vielleicht die Straßen in den entgegengesetzten Theilen der Stadt fegt. Wer sich am meisten zu beklagen hat, ist der Sklave seines Amtes, der jede Zeit seines Lebens zu seinen Berufsgeschäften verwenden muß, ohne sich dadurch den kleinsten Theil des von glücklicheren Müssiggängern occupirten Raums als Eigenthum erwerben zu können.

Der Strom der Zeiten endet nie, aber er fließt unaufhaltsam in das Meer der Ewigkeit: nie ändert er seine Richtung, nie fließt er zur Quelle zurück, und keiner der Stroh-Halmen, die auf ihm herabgeschwommen sind, kehrt jemals wieder. Keine Handlung läßt sich ändern oder ungeschehen machen, und keine verlorene Zeit läßt sich ersetzen. Welche Betrachtungen erweckt der kleinste Bach, eine Rinne die sich der Regen oder der geschmolzene Schnee grub, um sich in einen unterirdischen Kanal zu stürzen, durch den er sich mit dem nächsten Strome, und endlich mit dem unermeßlichen Welt-Meere vereinigt! Alles was mit ihm herabfließt, scheint nun gleichsam aus der Reihe der Dinge vertilgt, und ewiger Vergessenheit übergeben zu seyn. Allein der geringfügigste Gegenstand wird von den mütterlichen Armen der Natur aufgenommen, von neuem verarbeitet und benutzt; und die geringste unserer Handlungen, die wir gern der Vergessenheit übergeben möchten, wird irgendwo niedergeschrieben, und ihre Folgen erstrecken sich in die Ewigkeit.

Auch diese Wahrheiten, so allgemein anerkannt, und so reich an Folgen sie sind, werden doch wenig benutzt. Alles läßt sich ersetzen, Verlust des Vermögens, der Ehre, der Gesundheit, nur verlorene Zeit nicht. Wenn daher ein Dieb desto strafbarer ist, je kostbarer, je unersetzlicher die gestohlene Sache ist, so gibt es keine ärgeren Diebe als die Tage-Diebe, zu deren Entschuldigung man blos das sagen kann, daß sie mit dem Selbstmörder in eine Klasse gehören, weil sie sich selbst bestehlen.

Es ist nicht zu läugnen, daß sich noch eine andere ganz entgegengesetzte Folgerung aus der Unersetzlichkeit der Zeit ziehen läßt, die von der Art ist, daß sie wahrscheinlich mehr Glück machen wird als jene, und aus der allein man sich den Eifer erklären kann, mit dem so manche Menschen durch die Straßen rennen, von denen man nicht begreift, was sie zu eilen oder zu versäumen haben. Auch bey den meisten, die so viel auf genaue Uhren halten, liegt dieses Motiv zum Grunde, und sie erinnern an die alte griechische Komödie, in der von einem Schmarotzer gesagt wird, daß er aus Eifer, nicht zu spät zu einem Gastmahle zu kommen, auf der Sonnen-Uhr den Schatten des Mondes für den Schatten der Sonne ansieht. „Wenn die Zeit nie „zurück kehrt, so muß man sie nicht unbenutzt vorbey „lassen. Der Mensch, der nur einmal lebt, nur einmal „jung ist, muß seine Jugend genießen, nur an die Ge-

„gegenwart, nicht an die Zukunft denken; muß nie „vergessen, daß jede Stunde seines Lebens, die ohne „Genuß dahin fließt, für die Ewigkeit verloren ist.“

Um meinen Lesern zu beweisen, daß ich auch ihre Zeit in Ehren halte, und sie ihnen wenigstens nicht durch eine unangenehme Unterhaltung rauben will, wende ich mich, ohne die geringste Anwendung über diese reizende Moral zu machen, nunmehr zu den Uhren.

Zeit-Maß.

Jede Größe läßt sich auf zweyerley Art messen. Man theilt entweder das Ganze in Hälften, in Viertheile, in Hunderttheile, u. s. w. bis man auf Theile kömmt, die sich leicht mit bekannten Größen vergleichen lassen; oder man nimmt ein bekanntes Maß zur Einheit an, und bestimmt das Ganze oder jeden Theil desselben dadurch, daß man untersucht, wie oft diese Einheit darin enthalten ist. Die erste Methode läßt sich bey der Zeit nicht anwenden, weil wir von dem Ganzen, da es eine unendliche Größe ist, keinen Begriff haben: es bleibt also nur das Mittel, von kleinern Theilen zu größern heraufzusteigen. Diese Bemerkung war nöthig, um einem Einwurf zu begegnen, den man wirklich gemacht hat. Man frägt, ob etwas thörichter sein könne, als die Ewigkeit, oder auch nur die einzelnen Revolutionen der Sonnen-Systeme oder der Milchstraßen durch unsere Tage oder Jahre messen zu wollen. Frey-

lich ist es unmöglich, die unendliche Zeit, als ein Ganzes, in ihre Hunderttheile oder Tausendtheile aufzulösen; allein das kleinste Zeit-Maß, wenn es nur genau bestimmt ist, kann, unzählige Male wiederholt, die längste Periode mit aller Schärfe messen. Es kömmt also nur darauf an, irgend eine noch so kleine Zeit, wenn sie nur für unsere Sinne nicht unmerklich ist, ausfindig zu machen, die sich genau bestimmen läßt. Aus dem, was oben über die Zeit im allgemeinen gesagt ist, folgt, daß jede Veränderung, jede Begebenheit, sich zum Zeit-Maße gebrauchen läßt, wenn man von ihrer Gleichförmigkeit überzeugt ist; es giebt aber keine Art von Veränderungen, über deren gleichförmigen oder ungleichen Gang wir so genaue Untersuchungen anstellen können, als die Bewegung der Körper: an diese werden wir uns also halten müssen.

Zwar scheint es, daß man sich hier in einem logischen Zirkel herumdrehe, und daß es nicht möglich sey zu untersuchen, ob die Geschwindigkeit, womit ein Körper sich bewegt, sich ändere oder nicht, ob er in gleichen Zeiten gleiche Räume durchlaufe, u. s. w. wenn man nicht schon ein gleichförmiges Zeit-Maß gefunden hat, mit dem sich seine Bewegung vergleichen läßt. Man könnte hierauf antworten, daß der Mensch ein gewisses Gefühl hat, welches hierüber mit Sicherheit entscheidet: dieses Gefühl zeigt sich

am deutlichsten bey einem tactfesten Musiker, der nicht allein, wenn er pausirt, die verschiedenen Zeit-Theile ohne Uhr mit großer Genauigkeit abzählt, sondern dessen geübtem Ohre die geringste Ungleichheit in der Ausführung einer langsamen oder schnellen Passage nicht entgeht. Um mich indessen nicht auf dunkle Gefühle zu berufen, will ich zugeben, daß dieser Einwurf allerdings Statt haben würde, wenn Erfahrungen oder Beobachtungen allein hierüber entscheiden könnten; allein glücklicherweise giebt es in der Natur Bewegungen, von deren Gleichförmigkeit uns nicht bloß die Erfahrung, sondern der unfehlbare Prüfstein aller exacten Wissenschaften, die Mathematik überzeugt.

Zum Zeit-Maße kann also nur eine Bewegung dienen, deren Gleichförmigkeit a priori mathematisch bewiesen ist; und die Einheit dieses Maßes wird desto zweckmäßiger gewählt seyn, jemehr sie folgenden Foderungen genug thut. Sie muß nicht zu groß seyn, um im Lauf eines Menschen-Lebens so oft wiederholt zu werden, daß ein Jeder durch eigene Erfahrung sich einen klaren Begriff davon machen kann; ihre Gränzen müssen von der Natur selbst mit starken Farben gezeichnet seyn, so daß sie ein scharf begränztes Ganzes ausmachen, welches einen merklichen Abschnitt des menschlichen Lebens bezeichnet, mit dem sich eine vollständige Reihe der gewöhnlichen bürgerlichen und physischen Handlungen anfängt und endigt; sie muß endlich auf eine in

die Sinne fallende Art von selbst in mehrere Theile zerfallen.

Es würde schwer seyn, ein Zeit-Maß zu finden, das allen diesen Foderungen so vollkommen entspräche, als der Tag, den wir in 24 Stunden getheilt haben. Die Umwälzung der Welt-Körper um eine freye Axe ist eine der Bewegungen, sie ist sogar die einzige astronomische Periode, deren Gleichförmigkeit mathematisch bewiesen ist. Die Rotation der Erde ins besondre, die uns am nächsten angeht, die für das bürgerliche und das physische Leben der Menschen von so großer Wichtigkeit ist, die unsere Beschäftigungen und unsere ganze Lebens-Weise durch Schlaf und Wachen endigt und von neuem anfängt, die durch Licht und Finsterniß, Wärme und Kälte so scharf angezeigt ist, und die die meisten Menschen mehrere tausend Male erlebt haben — diese Umdrehung der Erde oder des Himmels ist daher das einzige Maß, auf welches man endlich zurückkommen muß, wenn man von den Puls-Schlägen des Fieberkranken oder von dem Fortrücken des Sonnen-Systems einen bestimmten Begriff haben will. Allein dieses Zeit-Maß kann eigentlich nur von den Astronomen gebraucht werden, weil jede Zeit-Bestimmung durch dasselbe astronomische Beobachtungen erfodert, die leider nur zu oft im entscheidenden Augenblicke durch Wolken vereitelt werden. Die Astronomen beschäftigten sich daher schon im höchsten Alterthume

mit der Erfindung von Maschinen, die entweder jenen gleichförmigen Gang der Rotation der Erde darstellten, und zu jeder Zeit, ohne mühsame astronomische Beobachtungen, über den Stand des Himmels befragt werden konnten, oder die durch sich selbst eine andere eben so gleichförmige Bewegung hervorbrachten.

Sonnen-Uhren.

Zur ersten Klasse gehören die ältesten aller Uhren, die Sonnen-Uhren, eine Erfindung der Chaldäer, die sich, wie die meisten Erfindungen, aus Babylon oder aus Indien über Egypten nach Griechenland, von da nach Rom, und nach dem Verfall Roms über das übrige Europa verbreitet hat. In Rom waren sie unter allerley Formen so gemein, daß die Straßen, Paläste und Villas damit angefüllt waren. Die Römer hatten zweyerley Arten von Sonnen-Uhren, solche die in einer gewissen Stellung befestigt werden müssen, und tragbare, die man an jedem Orte der von der Sonne beschienen ward, aufhängen konnte. Von der erstern Art ward vor achtzig Jahren eine in dem berühmten Tusculum, der Lieblings-Villa Cicero's, ausgegraben, vielleicht die nämliche, welche dieser edle Römer seinem kranken Freunde Tiro schicken wollte *).

---

*) „Horologium mittam." Epist. ad div. Lib. XVI. Ep. 18.

Eine von der andern Art ward vor siebenzig Jahren in den Ruinen von Portici gefunden, und ist ein Beweis von dem bekannten Geschmack der alten Römer am niedrig komischen: diese Uhr hat genau die Form eines Schinkens, der wie gewöhnlich an der Spitze des Fußes aufgehängt wird; auf der breiten Fläche des Schinkens sind die Stunden durch mehrere gerade und krumme Linien gezeichnet, und der natürlich gekrümmte Schwanz dient zum Zeiger, der durch seinen Schatten die Zeit angiebt.

Die Sonnen-Uhren sind noch jetzt die einzigen Maschinen, wodurch man, ohne eigentliche astronomische Beobachtungen zu machen, die wahre Zeit finden kann, welche durch den ungleichförmigen Gang der Sonne bestimmt wird; und obgleich sie keiner großen Genauigkeit fähig, und überdem nur bey Tage zu gebrauchen sind, folglich in der Astronomie von keinem Nutzen seyn können, so macht doch die Kunst, Sonnen-Uhren auf jeder Fläche, für jede Jahres-Zeit und für jedes Klima richtig zu zeichnen, unter dem Namen der Gnomonik, noch jetzt einen besonderen Theil der mathematischen Wissenschaften aus.

Wasser-Uhren.

Unter den Maschinen von der zweyten Klasse, die durch eine, von der Sonne unabhängige, gleichförmige Bewegung die Zeit angeben, sind die älte-

sten unstreitig die W a s s e r = U h r e n, die bey den Chaldäern, Chinesen und Egyptern im Gebrauche waren, und die Julius Cäsar sogar schon bey den ungebildeten Einwohnern Britanniens antraf. Plato soll sie zuerst in Athen eingeführt haben, so wie die erste Sonnen=Uhr von Anaximander, einem Schüler Thales, in Lacädemon aufgerichtet ward. In Rom wurden sie hundertfünfzig Jahre vor Chr. Geb. von Scipio Nasica eingeführt, und waren dort, wie in Athen, so allgemein im Gebrauche, daß die öffentlichen Reden bey Prozessen oder Staats=Verhandlungen darnach abgemessen wurden; wobey es denn natürlich nicht an allerley Kunstgriffen und Betrügereien fehlte, um die Rede für die begünstigte Parthie zu verlängern, und die entgegengesetzte zu verkürzen, wovon man in den alten Schriftstellern viele Beyspiele findet.

Die Wasser=Uhren zeigen nicht w a h r e, sondern m i t t l e r e Zeit an, und haben vor den Sonnen=Uhren den Vorzug, daß sie zu jeder Tages=Zeit und bey jeder Witterung gebraucht werden können; allein es läßt sich von ihnen aus mehreren Gründen noch weniger Genauigkeit erwarten. Damit der Lauf des Wassers, wodurch hier die Zeit gemessen wird, mit gleichförmiger Bewegung geschähe, richtete man die ersten Uhren so ein, daß das Wasser aus dem Gefäße tropfenweise ausfloß, oder sich gleichsam herausstahl, woher sie den Namen Clepsydra erhielten. Um

ihnen einen gleichförmigeren Gang oder eine gefällige Aussenseite zu geben, brachte man allerley Künsteleyen an; und selbst nachdem sie von den Räder-Uhren längst verdrängt waren, beschäftigten sich die größten Geometer mit dem Problem, welche Figur das Gefäß haben müsse, damit das Wasser vollkommen gleichförmig auslaufe.

Schon im dritten Jahrhundert vor Christi Geburt verband Ktesibius in Alexandrien mit den Wasser-Uhren ein Räder-Werk, wodurch Steine in ein metallenes Becken geworfen wurden, um durch den Schall die Stunden anzugeben. Auch die berühmte Uhr, die der Abassidische Kalife Harun Al Raschid Karln dem Großen schenkte, war eine Wasser-Uhr, die durch die Verbindung eines Räder-Werks die Stunden schlug.

Eine der sinnreichsten Wasser-Uhren, die noch jetzt von den Zinngießern in Deutschland und Frankreich verfertigt wird, besteht in einer zinnernen Trommel, deren innere Höhlung in mehrere gekrümmte Fächer getheilt ist, aus denen das Wasser immerfort aus dem einen in das andere träufelt, wodurch wegen des veränderten Schwerpunkts, die an einer Schnur aufgehängte Trommel genöthigt wird, sich zu drehen, und so längs einem in Stunden abgetheilten Brette herab zu sinken.

Der berühmte Jesuit Kircher, der sich mit allem beschäftigte, verfertigte Wasser-Uhren, welche Lichter

anzündeten und wieder auslöschten, menschliche Figuren und musikalische Instrumente in Bewegung setzten, und dergleichen Spielereyen mehr. Im ganzen Orient, in Indien und China, sind die gewöhnlichen Uhren noch jetzt Wasser-Uhren.

Sand-Uhren.

Vermuthlich weil Wasser zu gemein und zu reinlich ist, hat man statt dessen zuweilen Quecksilber oder Oel gebraucht, und schon in den frühesten Zeiten bediente man sich des Sandes: denn die Sand-Uhren sind nichts anders als Wasser-Uhren, in denen sich, statt der Wasser-Tropfen, Sand-Körner herausschleichen. Tycho bediente sich sogar zu seinen astronomischen Beobachtungen solcher Uhren mit einem feinen Bley-Sand, nachdem er der Quecksilber-Uhren überdrüßig geworden war. Im sechszehnten Jahrhundert trugen die Stutzer oder Incroyables in Augsburg unter dem Knie Taschen-Sand-Uhren, die sogar Minuten anzeigten: ein neuer Beweis, daß gewöhnlich die Leute, die am wenigsten mit ihrer Zeit anzufangen wissen, am meisten auf genaue Uhren halten. Auf den Schiffen wurden sie noch in den neuesten Zeiten durchgängig, bey der Log-Linie oder der Messung der Geschwindigkeit des Schiffes gebraucht. Indessen haben die Sand-Uhren oder die Stunden-Gläser, dieses bekannte Symbol der Sterblichkeit, sich

am längsten auf der Kanzel erhalten, vermuthlich um dem Redner einen Wink zu geben, daß er die Geduld seiner Zuhörer nicht mißbrauche, weil es ein Verstoß gegen die gute Lebensart seyn würde, das Glas umzukehren. Gewöhnlich bestehen diese heiligen Uhren aus vier Gläsern, deren eins in einer Viertel-Stunde, das andere in einer halben, das dritte in drey Viertel-, und das vierte in einer ganzen Stunde ausläuft; der Geschmack unserer Zeit würde es vielleicht bald nöthig machen, noch ein fünftes Glas, welches halbe Viertel-Stunden anzeigte, einzuführen, und die übrigen wie alles alte wegzuwerfen, wenn es nicht ein einfacheres Mittel gäbe, sich weder um den Prediger noch um das Memento mori an seiner Seite zu bekümmern.

Gewicht-Uhren.

Der Gebrauch der Uhren ist eigentlich eine sehr vereinfachte, aber wenig genaue astronomische Beobachtung. Den Schatten der Sonne beobachten, der sich immer mit der Sonne nach der entgegengesetzten Seite bewegt, heißt, den Lauf der Sonne selbst beobachten; und die Zeit, die der Astronom aus einer Beobachtung der Sonne berechnet, zeigt der Schatten auf der Sonnen-Uhr, deren Ziffer-Blatt man als eine zur Bequemlichkeit des Laien berechnete Tabelle ansehen kann, ohne Rechnung an. Die Wasser- oder Sand-Uhren aber haben eine von der Sonne ganz unabhängige Bewe-

gung, und können nur durch die Vergleichung mit der Bewegung der Welt-Körper, mit der Sternkunde in Verbindung gesetzt werden. Diese Bewegung wird durch einen Körper, es sey nun Sand, Wasser, oder Quecksilber, hervorgebracht, der vermöge seiner Schwere ausläuft oder herabsinkt. Die bewegende Kraft ist also hier, wie noch jetzt bey unsern Pendel-Uhren, die Schwere. Jedes an einer Schnur hängende Gewicht, welche um eine Walze gewickelt ist, wird indem es durch seine Schwere herabsinkt, diese Walze um ihre Axe drehen, die zugleich einen an ihr befestigten Zeiger herumführt, und dadurch auf einem Ziffer-Blatte die Anzahl ihrer Umläufe nebst ihren Theilen anzeigt. Damit aber diese Umläufe mit der Eintheilung des Tages, unserm Normal-Maße, übereinkommen; damit zugleich mehreren Zeigern verschiedene Bewegungen mitgetheilt werden, welche Stunden, Minuten, Sekunden anzeigen; hiezu war es nöthig, mehrere Räder in Verbindung zu setzen: und so entstanden endlich die Uhren mit Räder-Werk.

Räder-Uhren.

Daß man schon vor zweytausend Jahren darauf verfallen war, mit den Wasser-Uhren ein Räder-Werk zu verbinden, ist oben bemerkt worden; allein die Räder hatten hiebey keinen andern Zweck, als die Bewegung des Wassers, deren Gleichförmigkeit vorausgesetzt

ward, den Zeigern mitzutheilen, oder auch ein Schlag-Werk hervorzubringen. Bey den Uhren aber, die durch frey herabhängende Gewichte getrieben werden, zeigte sich eine ganz andere Schwierigkeit; und auf der Ueberwindung dieser Schwierigkeit beruht eigentlich die ganze Theorie unserer Uhren.

Die Schwere auf der Oberfläche des Planeten, den wir berechnen, ist von der Art, daß jeder Körper, wenn er nicht gehindert wird, in der ersten Sekunde ungefähr fünfzehn Fuß herabfällt; und da die Schwere immerfort auf den Körper wirkt, so wird er, nach den ersten Grundsätzen der Mechanik, in zwey Sekunden viermal, in drey Sekunden neunmal fünfzehn Fuß herabfallen: mit einem Worte, alle Körper fallen, kraft der Schwere, nicht mit gleichförmiger, sondern mit beschleunigter Bewegung. Das Gewicht, welches die Uhr treibt, würde also, wenn es durch kein Hinderniß aufgehalten würde, und der Zeiger unmittelbar an der vom Gewichte gedrehten Walze befestigt wäre, so schnell herabsinken, und den Zeiger so schnell drehen, daß es nicht möglich seyn würde, seine Bewegung zu beobachten, und das Gewicht jeden Augenblick wieder aufgezogen werden müßte; außerdem aber würde die Bewegung des Zeigers nicht gleichförmig seyn, weil das Gewicht die Walze immer schneller dreht, wodurch die Uhr die nothwendigste Eigenschaft eines Zeit-Maßes verlieren würde.

Dem erstern Mangel könnte freylich dadurch abgeholfen werden, daß durch Vermehrung der Last, die das Gewicht zu bewegen hat, die Kraft der Schwere vermindert würde: und dieses ließe sich allerdings, entweder durch ein Gleichgewicht, oder durch das bloße Eingreifen mehrerer Räder, und die davon unzertrennliche Reibung erhalten. Durch eben dieses Mittel würde man es sogar dahin bringen können, daß die Bewegung der Uhr endlich gleichförmig würde, weil bey größerer Geschwindigkeit auch die Reibung stärker wird. Allein diese Wirkung würde, wenn auch alle Schwierigkeiten das Gleichgewicht genau herzustellen überwunden wären, durch das Aufziehen der Uhr ganz gestört werden, so daß jedesmal eine beträchtliche Zeit verfließen würde, ehe der Gang der Uhr wieder einigermaßen gleichförmig würde, wie es bey allen Maschinen der Fall ist: diese ganze Zeit über würde die Uhr unbrauchbar, mithin für die Astronomie von keinem Nutzen seyn.

Es mußte also mit dem Räder-Werk, das durch Gewichte getrieben wird, noch eine andere Einrichtung verbunden werden, die das herabsinkende Gewicht nöthigt, eine beständig gleichförmige Bewegung bey zu behalten. Hiezu lassen sich zwey Mittel denken: das eine wäre, eine entgegengesetzte Kraft anzubringen, die in eben dem Verhältniß, und durch eben die Grade, an Geschwindigkeit zunähme, wie die Haupt-Kraft; allein

man

man sieht leicht, mit welchen Schwierigkeiten die genaue Ausführung hievon verbunden seyn würde, vorausgesetzt, daß eine solche Kraft sich überhaupt anbringen ließe; indessen werden wir doch unten sehen, daß bey den Taschen-Uhren in der That etwas ähnliches angebracht ist.

Das andere Mittel ist weit einfacher, und auf den ersten Gesetzen der Bewegung gegründet. Der Raum, durch den ein Gewicht im ersten Augenblick oder in der ersten Sekunde frey herabfällt, und eine Last, auf die es wirkt, fortzieht, ist eine unveränderliche Größe, die von der Dichtigkeit der Materie und der Größe unsers Planeten abhängt: in jeder folgenden Sekunde wird das Gewicht schneller fallen, und das letzte Rad, an dem die Zeiger befestigt sind, schneller bewegen; aber jedesmal, wenn es in Ruhe gebracht ist, und seine Bewegung von neuem anfängt, wird es wieder in der ersten Sekunde dieselbe Geschwindigkeit haben, und der geringste Augenblick von Ruhe ist hinlänglich, das Gewicht zu nöthigen, daß es seine ursprüngliche Bewegung wieder von neuem annimmt. Die Bewegung der Zeiger einer Uhr wird also gleichförmig gemacht, wenn das Gewicht etwa nach jeder Sekunde, da es anfing zu eilen, einen Augenblick aufgehalten, dann aber sogleich wieder frey gelassen wird; so daß es am Ende jeder Sekunde seine Bewegung von neuem anfängt, folglich in kei-

ner Sekunde tiefer oder schneller sinkt als in der ersten, weil jede wirklich die erste ist. Diese Einrichtung, wodurch das Räder-Werk, und vermittelst desselben das Herabsinken des Gewichts, am Ende jeder Sekunde oder jedes noch kleineren Zeit-Theilchens aufgehalten und wieder frey gelassen wird, heißt wegen dieser doppelten Verrichtung Hemmung oder échappement.

Es ist gewiß, daß die erste Hemmung in der sogenannten Unruhe (balancier) bestand, und daß man vielleicht noch früher die gleichförmige Bewegung der Uhr durch ein Schwung-Rad oder eine Art von Wind-Flügel zu erhalten suchte; aber nicht so gewiß ist es, wenn und von wem diese Räder-Uhren erfunden sind; doch ist es wahrscheinlich, daß Europa diese Erfindung, gleich so vielen andern, den Arabern oder Sarazenen zu danken hat. Die ersten Spuren solcher Uhren zeigen sich im elften Jahrhundert, und zwar waren sie damals, wie fast alle wissenschaftliche Gegenstände, ein Eigenthum der Klöster. Sie waren mit Weckern versehen, um die Mönche zum Gebete zu rufen; und der Mönch, dessen Amt es war, diese noch sehr unvollkommenen Zeit-Messer durch Beobachtung der Gestirne zu reguliren, ward dadurch zum Astronomen gebildet. Im Jahre 1232 erhielt Kayser Friedrich II. vom Sultan von Egypten eine für die damalige Zeit sehr künstliche Uhr, welche außer

den Stunden auch den Lauf der Gestirne zeigte, und auf fünftausend Dukaten geschätzt ward. Die erste Thurm-Uhr, die nach Paris im Jahre 1364 kam, war von einem Deutschen, Heinrich von Wick, verfertigt. Erst gegen das Ende des fünfzehnten Jahrhunderts kamen die Uhren in die Hände von Privat-Personen, von welchen einer der ersten der berühmte Astronom Walther in Nürnberg war, der zuerst eine Räder-Uhr, die sogar Viertel-Sekunden zeigte, zu astronomischen Beobachtungen gebrauchte. Auch Tycho bediente sich einer solchen Uhr, deren großes Rad zwey Ellen im Durchmesser und zwölfhundert Zähne hatte; dennoch zog er, wegen der damaligen Unvollkommenheit dieser Maschinen, die Quecksilber-Uhren vor.

Pendel-Uhren.

Der Körper der zur Hemmung dienen soll, muß, um das Rad nicht bloß aufzuhalten, sondern sogleich wieder loszulassen, selbst eine Bewegung haben, und zwar eine die vom Uhr-Werke unabhängig ist, weil er sonst entweder dasselbe nach den ersten Schlägen zur Ruhe bringen, oder mit ihm fortgerissen werden werden würde. Diese Bewegung muß ferner, weil sie den Gang der Uhr reguliren soll, ihrer Natur nach gleichförmig seyn; und die gleichförmigste Bewegung, die wir außer der Umwälzung der Welt-Körper kennen, ist die Schwingung der schweren Körper, dieser,

wenn man so sagen darf, muthwillige Scherz der Natur, dem wir, so ähnlich er einem bloßen Spielwerke sieht, unter andern den Zauber der Musik verdanken. Man hatte bisher die Schwingungen einer Unruhe zu den Uhren gebraucht; in der Mitte des siebzehnten Jahrhunderts aber ward eine von Galileo gemachte Entdeckung hiezu benutzt. Der Anblick einer herabhängenden Lampe, die zufällig in eine schwingende Bewegung gesetzt war, erregte seine Aufmerksamkeit, und Galileo bemerkte mit Verwunderung, daß diese Schwingungen von gleicher Dauer blieben, obgleich sie immer kleinere Bogen durchliefen, bis sie endlich ganz aufhörten; daß aber die Lampen desto schnellere Schwingungen machten, je kürzer die Kette war, an der sie herabhingen.

Der erste Gebrauch, den man von dieser wichtigen Entdeckung machte, bestand darin, während einer astronomischen Beobachtung einen solchen Pendel in Schwingungen zu setzen, um durch die Anzahl derselben die Zeit zu bestimmen. Da aber diese Schwingungen durch den Widerstand der Luft und die Reibung bald ganz aufhörten, so hatte Huyghens den glücklichen Gedanken, die Schwingungen durch Verbindung mit einem Räder-Werk fortdauernd zu machen, und verfertigte die erste Pendel-Uhr im Jahre 1657. Unerachtet der unzähligen Verbesserungen, die man bey diesen Maschinen angebracht hat, liegt doch

noch jetzt bey allen Pendel-Uhren dieselbe Theorie zum Grunde, von der ich nun eine kurze Erklärung geben werde.

Ein an einem Faden hängendes Gewicht, oder irgend ein anderer schwerer Körper, der an einem Punkt befestigt ist, um den er sich frey drehen kann, mit einem Wort, ein Pendel, wird vermöge der Kraft der Schwere nur dann in Ruhe bleiben, wenn seine Richtung mit der der Schwere überein kömmt, daß heißt, wenn er senkrecht herabhängt; sobald man ihn aber aus dieser Lage verrückt, und dann sich selbst überläßt, so wird er zur senkrechten Lage zurück eilen, folglich um den Punkt, an dem er befestigt ist, einen Bogen beschreiben. Da aber diese Bewegung, weil die Kraft der Schwere ihn immerfort treibt, mit zunehmender Beschleunigung geschieht, so wird er in dem Augenblick da er die senkrechte Lage wieder erreicht, eine so große Geschwindigkeit erhalten haben, daß er nicht unmittelbar zur Ruhe kommen kann, sondern nach der entgegengesetzten Seite einen zweyten Bogen von eben der Größe beschreibt, folglich eben so hoch wieder steigt, als er eben gefallen war. Nachdem er durch diesen zweyten Bogen zurückgefallen ist, befindet er sich wieder in derselben Lage: und so macht der einmal in Bewegung gesetzte Pendel zu beyden Seiten seiner senkrechten Lage Schwingungen, die ewig fortdauern würden, wenn nicht der Widerstand

der Luft, die der Pendel durchschneiden oder aus dem Wege treiben muß, und die Reibung an dem Aufhängepunkte, ·n den er sich drehen muß, seine Bogen immer mehr verkürzten, und den Pendel endlich ganz zur Ruhe brächten. So lange er aber in Bewegung ist, und die Bogen, die er beschreibt, sehr klein sind, so sind seine Schwingungen genau von gleicher Dauer, wenn gleich die Bogen noch immer kleiner werden; nur dann, wenn die Bogen von beträchtlicher Größe sind, werden die Schwingungen langsamer. Uebrigens hängt die Dauer jeder Schwingung allein von der Länge des Pendels ab, und die Bewegung ist desto schneller, jede Schwingung dauert desto kürzere Zeit, je kürzer der Pendel ist.

Alle diese Sätze bewies Huyghens nicht allein durch die Erfahrung, sondern auch durch die nothwendigen Gesetze der Bewegung, und machte dabey zugleich die Entdeckung, daß die Schwingungen, wie groß auch ihre Bogen seyn mögen, doch vollkommen gleichförmig bleiben, wenn der Pendel so aufgehängt ist, daß er nicht, wie ein gewöhnlicher Pendel, Kreis-Bogen, sondern diejenige krumme Linie beschreibt, welche die Geometer Zykloide nennen. Diese Art des Aufhängens ist aber so schwierig, daß man sich auf den kreisförmigen Pendel einschränkt, dessen gleichförmige Bewegung man dadurch sichert, daß man ihn in sehr kleinen Bogen schwingen läßt, die immer so viel

möglich von gleicher Größe bleiben: eine Einrichtung, die Hook in England zuerst bey den Uhren einführte.

Bewegende und regulirende Kraft.

Jede Uhr besteht demnach aus zwey von einander unabhängigen, durch verschiedene Kräfte hervorgebrachten Bewegungen, die aber mit einander in Verbindung gesetzt werden müssen, um ein Ganzes zu bilden: daher bey jeder Uhr drey Haupt-Gegenstände zu betrachten sind. Der erste ist die das ganze Räder-Werk in Bewegung setzende Kraft, die Trieb-Kraft: diese muß veränderlich seyn, und ist bey den Wand-Uhren ein frey herabhängendes Gewicht. Der zweyte ist eine unabhängige Bewegung, die ihrer Natur nach nicht anders als gleichförmig seyn darf, und diese Gleichförmigkeit der ganzen Maschine mittheilt, oder sie regulirt, und daher der Regulator heißt: es ist bey den Wand-Uhren der Pendel. Der dritte Gegenstand ist die Art wie beyde in Verbindung gesetzt werden, so daß eine Bewegung nicht ohne die andere geschehen kann: dies ist die Hemmung.

Aufhängung des Pendels.

Um sich einen deutlichen Begriff von einer Uhr zu machen, muß man jeden dieser Gegenstände besonders betrachten: ich werde mit dem Regulator anfangen. Der Pendel würde, seiner Natur nach, wie wir eben gesehen haben, seine Schwingungen ewig fort-

setzen, wenn er nicht durch den Widerstand der Luft und die Reibung bey jeder Schwingung etwas von seiner Bewegung verlöre, und dadurch endlich zum Stillstehen gebracht würde. Das Erste worauf der Künstler zu sehen hat, ist also, diesen doppelten Widerstand, wo nicht ganz aufzuheben, doch so sehr zu verringern wie möglich. Die Reibung geschieht am Aufhängepunkt, sie hängt also von der Art ab, wie der Pendel aufgehängt ist; und diejenige Aufhängung, wobey die Reibung am kleinsten ist, hat als Problem die Uhrmacher lange beschäftigt. Berthoud ließ die Pendel-Stange oben auf einer Messer-Schärfe von gehärtetem Stahl in einer stählernen Pfanne ruhen, so daß während der Schwingung des Pendels, dieses Messer auf seiner Schärfe balancirte, ohne sich zu schieben oder zu reiben; die Erfahrung zeigte aber bald, daß dieses Messer mit der Zeit durch den Gebrauch abgestumpft ward, und alsdann eine beträchtliche Reibung litt. Die jetzt fast allgemein angenommene Art des Aufhängens besteht darin, daß die Pendel-Stange sich oben in eine dünne Stahl-Feder von ein bis zwey Zoll Länge endigt, die in einer Falze eingeklemmt ist, so daß die Feder sich durch ihre Elastizität hin und her biegt, ohne sich an etwas zu reiben, indem der Pendel seine Schwingungen macht.

Die Luft widersteht der Bewegung des Pendels, in so fern sie von ihm aus ihrer Stelle getrieben

wird: je weniger Luft also weggetrieben wird, desto geringer wird dieser Widerstand. Dieses ist die Ursache, warum man dem am untern Ende der Pendel-Stange befestigten Gewichte die Form einer Linse giebt, die bey einer beträchtlichen Größe eine sehr geringe Dicke hat: es wird nämlich dadurch nur eine Masse Luft verdrängt, welche die Dicke der Linse zum Durchmesser hat. Könnte man die Größe der Linse überhaupt vermindern, ohne sie leichter zu machen, so würde ebenfalls der Widerstand der Luft um so viel geringer: daher die schwersten Metalle die vortheilhaftesten sind, und eine goldne Linse die vollkommenste seyn würde; allein aus guten Gründen dient auch hier Bley in messingener Hülle als Surrogat des Goldes.

Regulator.

Ein solcher frey hängender Pendel würde nun für sich allein, zwar nicht immerfort (weil es unmöglich ist, den Widerstand der Luft und der Friction ganz zu vernichten), aber doch sehr lange Zeit seine Schwingungen fortsetzen, welche, so lange ihre Größe sich nicht beträchtlich ändert, auch alle von gleicher Dauer seyn würden. Der Pendel allein würde also eine Uhr abgeben, die aber folgenden Nachtheilen unterworfen wäre: 1) der Beobachter müßte immer dabey stehen, und die Schwingungen zählen, 2) ihr Gang würde nur eine gewisse, wenn gleich lange Zeit dauern, 3) in die-

ser Zeit würden die Schwingungen immer kleiner und folglich schneller werden, so daß keine Gleichförmigkeit Statt fände.

Den zwey letzten Nachtheilen läßt sich abhelfen, wenn man den Pendel mit einer ununterbrochen wirkenden Kraft in Verbindung setzt, die demselben nach jeder Schwingung einen kleinen Stoß giebt, der ihm genau so viel Bewegung von neuem mittheilt, als er während dieser Schwingung durch den Widerstand verloren hatte. Auf diese Art fängt der Pendel, nach jeder Schwingung, seine Bewegung mit derselben Kraft von neuem an, jede seiner Schwingungen kann als die erste angesehen werden; und so kann seine Bewegung so wenig je aufhören, als es möglich ist, daß der freye Pendel gleich nach der ersten Schwingung stehen bleibe. Wenn man sich erinnert, daß eben dieses das einzige Mittel ist, der bewegenden Kraft eine gleichförmige Wirkung zu geben, so wird man sich einen deutlichen Begriff von der ganzen Theorie der Uhren machen können. Jene Kraft muß nach jener Sekunde einen Augenblick aufgehalten werden, die regulirende muß einen neuen Stoß erhalten. Da nun wegen der Reaction, die Trieb-Kraft dem Regulator keinen Stoß geben kann, ohne von ihm aufgehalten zu werden, oder nicht von ihm aufgehalten werden kann, ohne durch einen Druck oder Stoß in ihn zu wirken, so sieht man, wie beyde Zwecke zugleich erreicht werden können, und aus

der gegenseitigen Wirkung dieser beyden Kräfte in einander eine vollkommene Uhr entstehen kann. Man sieht aber auch leicht, daß alle jene Stöße beständig von gleicher Größe seyn müssen, weil sonst die Schwingungen ungleich würden, und die Gleichförmigkeit der Bewegung verloren ginge: es muß also nicht allein die Kraft ihrer Natur nach beständig seyn, sondern es muß auch ihre Verbindung mit dem Pendel so unveränderlich seyn, daß sie immer gleichmäßig auf ihn wirkt. Das erstere wird erreicht, wenn das Gewicht an einer Rolle oder an einer vollkommen runden Walze frey herabhängt, damit dessen Kraft immer dieselbe Entfernung vom Umdrehungs-Punkt, oder dasselbe statische Moment habe. Das zweyte setzt voraus, daß die Hemmung und das ganze Räder-Werk der Uhr, wodurch die Kraft des Gewichts auf den Pendel übertragen wird, auf das Vollkommenste gearbeitet ist, so daß alle Zähne der Räder und Getriebe immer genau auf gleiche Art in einander greifen. Dieses führt uns auf den dritten Gegenstand, die Verbindung zwischen der Trieb-Kraft und dem Regulator, die man als eine Kette ansehen kann, deren letztes oder dem Pendel nächstes Glied die Hemmung ist.

Um sich die Sache deutlich zu machen, denke man sich das Gewicht und den Pendel auf irgend eine Art in unmittelbare Verbindung gesetzt, so daß gar kein Räder-Werk da ist. Man hat nun zwey, von der-

selben Kraft (der Schwere), aber auf verschiedene Art in Bewegung gesetzte Körper, der eine durch den Fall, der andere durch Schwingungen: beyde wirken gegenseitig in einander, und bringen dadurch die künstliche Maschine hervor, die wir Uhr nennen. Diese gegenseitige Wirkung folgt schon aus dem allgemeinen Natur-Gesetze, daß keine Wirkung ohne gleiche Gegenwirkung Statt haben kann; aber man kann sich davon auch auf eine sinnliche Art überzeugen. Nimmt man das Gewicht ab, so wird der Pendel zwar noch einige Zeit schwingen, aber bald durch die Friction u. s. w. zur Ruhe gebracht werden; hängt man aber den Pendel nebst der Hemmung aus, so wird das Gewicht mit immer schneller werdender Bewegung herabsinken: die Fortdauer der Schwingungen entsteht also aus dem Druck des Gewichts, und das langsame, kaum sichtbare, gleichförmige Herabsinken des Gewichts wird durch den Pendel bewirkt; das Gewicht treibt den Pendel an, und wird zugleich von ihm im Zaume gehalten.

Der Pendel leistet einen doppelten Nutzen, 1) daß er der Uhr, oder vielmehr dem ersten Rade, mit dem er in unmittelbarer Verbindung steht, und das man das Steig-Rad nennt, überhaupt eine gleichförmige Bewegung giebt, 2) daß er diesem Rade gerade die Bewegung oder Geschwindigkeit mittheilt, die dem Zwecke der Uhr gemäß ist. Wenn der Pendel bey jeder Schwingung in einen Zahn des Steig-Rades ein-

greift, so muß die Bewegung dieses Rades mit der des Pendels einerley seyn, und des letzteren Bewegung hängt ganz allein von seiner Länge ab, so daß keine Kraft im Stande ist, den Pendel zu zwingen, schnellere oder langsamere Schwingungen von gleichen Bogen zu machen, so lange seine Länge nicht geändert wird. Giebt man also dem Pendel genau die Länge, welche die Natur auf unserm Planeten vorgeschrieben hat, daß jede Schwingung eine Sekunde daure, so hat man eine Sekunden-Uhr. Weil es aber nicht so leicht ist, dem Pendel diese Länge mit der vollkommensten Genauigkeit zu geben, weil ferner diese Länge auch von der Pol-Höhe des Ortes abhängt, so ist unter der Linse, oder über der Aufhänge-Feder, eine Schraube angebracht, durch welche man die Linse höher oder niedriger schrauben, das heißt, den Pendel verkürzen oder verlängern, folglich seine Schwingungen und den Gang der Uhr schneller oder langsamer machen kann; bis sie auf das Genaueste mit der Sekunde überein kommen. Damit aber alle Schwingungen von gleicher Dauer, oder der Gang der Uhr vollkommen gleichförmig sey, muß der Schwingungs-Bogen immer von gleicher Größe seyn, weil größere Bogen längere Zeit erfodern: und dies wird, wie schon oben erklärt ist, durch den Impuls des Gewichtes bewirkt. Da endlich der geringste Fehler in der Hemmung, oder im Eingreifen der Räder, diese Stöße ungleich machen würde, so hat man noch ein Mittel

angewandt, diese Wirkung unschädlich zu machen, indem man nämlich die Uhr so einrichtet, daß der Pendel sich nur durch sehr kleine Bogen von etwa zwey bis drey Grad bewegt: so kleine Schwingungen sind nämlich immer von gleicher Dauer, wenn gleich die Bogen etwas größer oder kleiner werden.

Hemmung.

Unter den Mitteln, die Bewegung des Pendels dem Steig-Rade oder dem Gewicht, und umgekehrt mitzutheilen, ist das einfachste der sogenannte englische Haken, der wenigstens dienen kann, sich von allen andern Hemmungen eine Vorstellung zu machen. Von dem Punkt, wo der Pendel aufgehängt ist, geht durch die beyden messingenen Wände, die das Uhr-Werk einschließen, eine dünne eiserne Stange oder Axe, an welcher nahe über dem Steig-Rade senkrecht auf der Stange ein gekrümmter Bogen ist, der sich in zwey Haken endigt, die in die Zähne des Steig-Rades von oben eingreifen. Eben diese Axe trägt eine herabhängende Gabel, welche die Pendel-Stange umfaßt, wodurch die Schwingungen des Pendels und des daran befestigten Hakens unzertrennlich verbunden werden. Indem nun der Pendel nach der rechten Seite seine größte Höhe erreicht, greift der linke Haken, der dadurch niedergebogen ist, mit seiner innern Seite in das Steig-Rad, welches von dem Gewicht umgetrieben wird,

hält einen Zahn, folglich auch das Gewicht, einen Augenblick auf, und erhält durch den Gegendruck des Gewichts einen neuen Impuls. In dem Augenblick, da der Pendel seiner Natur nach zurücksinkt, hebt sich der linke Haken, der Zahn, in den er eingriff, wird frey, und das Rad dreht sich, aber nicht um einen ganzen Zahn, weil, indem der Pendel nun nach der linken Seite sich hebt, der herabsinkende Haken rechts, mit seiner äußern Seite dem gegenüberstehenden Zahn auf halbem Wege begegnet, und ihn ebenfalls aufhält. Nachdem nun der Pendel zwey Schwingungen, eine links, die andere rechts, gemacht, und wiederum seine größte Höhe erreicht hat, so greift der linke Haken in den folgenden Zahn; so daß, wenn das Steig-Rad einen ganzen Umlauf gemacht hat, und alle seine Zähne einmal den rechten und den linken Haken berührt haben, der Pendel zweymal so viel Schwingungen gemacht hat, als das Rad Zähne hat; und jede dieser Schwingungen, durch den ganzen Bogen von einer Seite zur andern, dauert eine Sekunde. Um also eine Sekunden-Uhr zu haben, darf man dem Steig-Rade nur dreißig Zähne geben, die Axe, um die es sich dreht, durch das Ziffer-Blatt durchführen, und darauf einen Zeiger im Mittelpunkt eines in sechzig gleiche Theile eingetheilten Kreises befestigen. Da nämlich während sechzig Schwingungen oder sechzig Sekunden, das Rad sich einmal umdreht, folglich der Zeiger den

in sechzig Theile getheilten Kreis durchläuft, so gibt jede Abtheilung oder jeder Sprung des Zeigers eine Sekunde: und hierin besteht die wesentliche Einrichtung der Pendel-Uhren. Allein vor der Erklärung der übrigen Theile einer Uhr müssen noch verschiedene Bemerkungen vorhergehen.

Springende Bewegung der Uhr.

Man sieht, daß auf diese Art eigentlich keine im strengsten Sinne gleichförmige Bewegung hervorgebracht wird. Das Steig-Rad, das Gewicht, und der Zeiger springen von einer Sekunde zur andern und stehn am Ende jeder Sekunde eine Zeit lang still; ja dieser Sprung selbst geschieht, nach den Gesetzen der Schwere, eben sowohl wie die Schwingungen des Pendels, mit beschleunigter Bewegung. Allein die Zwischenräume zwischen zwey Sekunden oder Schlägen der Uhr sind demohnerachtet alle von gleicher Dauer, alle Sekunden sind einander gleich; und dieser Zeit-Raum ist so klein, daß es unmöglich ist, die Bewegung des Zeigers während desselben zu beobachten, und daß man nur durch lange Uebung lernt, die einzelnen Sekunden durch Schätzung, und nicht durch Hülfe der Uhr, in kleinere Theile zu theilen.

Zurückfallende und ruhende Hemmung.

Die zweyte Bemerkung betrifft die Art der Hemmung. Ueber keinen Theil der Uhrmacher-Kunst ist so

viel geschrieben und versucht worden, als über diesen. Die erste Bemerkung die sich darbeut, ist die, daß der Haken eine solche Größe und Krümmung erhalten muß, daß der Pendel nur einen sehr kleinen Bogen beschreiben darf, um bey jeder Schwingung in einen Zahn einzugreifen, und ihn bey der folgenden frey zu lassen, ohne einen Zahn zu überspringen. Das einfachste Mittel hiezu ist, den Haken, wie es oben beschrieben ist, doppelt zu machen, so daß in dem Augenblick, da das eine Ende des Hakens den bisher festgehaltenen Zahn des Steig-Rades frey läßt, das andere Ende zwischen zwey gegenüberstehende Zähne eingreift; woraus eine unaufhörliche gegenseitige Wirkung zwischen dem Gewicht und dem Regulator entsteht.

Dies ist in der That die Einrichtung aller Hemmungen mit Ausnahme der sogenannten freyen, und sie lassen sich in zwey Klassen theilen. Die Gestalt und Krümmung des Hakens ist entweder so beschaffen, daß er, indem er den Zahn aufhält, und sich mit dem Pendel dreht, den Zahn etwas zurückschiebt, um seine Schwingung zu vollenden, weil er ihm zu früh begegnet; oder so, daß der Haken genau über oder unter dem Zahn wegschleift, und ihn aufhält, ohne ihn zu bewegen. Bey der ersten Art, die man die zurückfallende Hemmung nennt (échappement à recul), ist das Steig-Rad, nebst dem daran befestigten Sekunden-Zeiger, in beständiger Bewegung: der Zeiger springt am Ende

jeder Sekunde um eine Abtheilung vor, tritt aber sogleich langsam etwa um den vierten Theil zurück, und springt dann wieder vor; dies ist die älteste, und bey den gemeinen Wand-Uhren noch jetzt gewöhnliche Hemmung.

Bey der andern Art, der ruhenden Hemmung (à repos) steht das Steig-Rad nebst dem Sekunden-Zeiger, so lange der Haken sich an den Zahn angeschlossen hat, unbeweglich; in dem Augenblick aber, da beyde Flächen einander verlassen, springt das Rad um einen Zahn, und der Zeiger um eine Sekunde weiter, und die Spitze des Zahns, indem sie längs der schiefen Fläche, in welche der Haken sich endigt, herabglitscht, und ihn so fort stößt, theilt zugleich dem Pendel die Bewegung von neuem mit, die er durch die Reibung und durch den Gegendruck des Zahns, so lange er sich an ihm fortschob, verloren hatte. Die von dem Engländer Clement (1680) erfundene Anker-Hemmung, oder der englische Haken, war ursprünglich eine zurückfallende, ward aber von Graham durch eine geringe Aenderung zur ruhenden gemacht, und wird in dieser verbesserten Gestalt noch jetzt von den englischen Künstlern zu den besten astronomischen Uhren gebraucht.

Bey den Taschen-Uhren ist die so beliebte Cylinder-Hemmung eine ruhende, und die damit versehenen Uhren werden Cylinder-Uhren genannt. Auf der Axe der Unruhe befindet sich ein hohler Cylinder der halb offen ist: das Steig-Rad hat anstatt der Zähne zwölf

oder dreyzehn senkrechte Stifte, die oben dreyeckigte Haken haben, welche in die Höhlung des Cylinders einpassen. Indem sich nun der Cylinder mit der Unruhe um seine Axe dreht, hemmt er die Bewegung des Räder-Werks so lange, als der eine Haken des Steig-Rades, der sich in der Höhlung des Cylinders befindet, sich an seiner innern Ober-Fläche reibt; sobald aber die offene Seite des Cylinders mit dem Haken in Berührung kömmt, wird das Steig-Rad frey, und erhält zugleich einen neuen Impuls von der Kante des Cylinders, oder von der Unruhe. Diese von Graham erfundene Hemmung ist also gewissermaßen eine freye, erfodert aber wegen der starken Reibung viel Oel, und ist daher allen Unbequemlichkeiten unterworfen, die vom Vertrocknen des Oels herrühren. Ueberdem hat sie, ohne alle Vorzüge der freyen Hemmung zu haben, doch das mit ihr gemein, daß ein bestimmtes Verhältniß zwischen der bewegenden und der regulirenden Kraft auf das Genaueste beobachtet werden muß, weil sonst eine Cylinder-Uhr unregelmäßiger gehen würde, als eine gewöhnliche Uhr: eine gute Cylinder-Uhr muß also beträchtlich theurer seyn, eine mittelmäßige aber ist schlechter als eine gewöhnliche Uhr.

Es fällt in die Augen, daß bey dem unaufhörlichen hin und her Schieben der rückfallenden Hemmung, nicht allein eine stärkere Reibung entstehen

muß, sondern daß auch ein größerer Theil der Kraft verloren geht, weil mehr Kraft dazu gehört, eine Last zurückzuschieben, als sie bloß aufzuhalten; daß endlich der wackelnde oder schleichende Gang des Zeigers keine große Genauigkeit in der Beobachtung der Sekunden zuläßt. In dieser Hinsicht verdient unstreitig die ruhende Hemmung den Vorzug; doch irrt man sich sehr, wenn man glaubt, wie es in vielen Büchern behauptet wird, daß bey der ruhenden Hemmung die gegenseitige Wirkung während der Schwingung des Pendels ganz aufhöre, und sich nur dann äußere, wenn der Haken den Zahn verläßt, und von ihm eine neue Beschleunigung erhält. Während der Ruhe des Zahnes wird die ganze Kraft des Gewichts vom Pendel aufgehalten: dieser leidet also von jenem einen Gegendruck, der die Schwingungen des Pendels verkürzen würde, wenn er nicht im Augenblicke der Trennung einen neuen Impuls erhielte, der nicht allein diesen Verlust, sondern auch den durch die Friction und den Widerstand der Luft verursachten ersetzte.

Beyde Hemmungen haben also offenbar den Nachtheil, daß sie einer starken Reibung unterworfen sind, und daß der beständige Druck und Gegendruck den freyen Schwung des Pendels stört, woraus bey der geringsten Unvollkommenheit oder Unordnung der Maschine, eine Ungleichförmigkeit in der Bewegung entstehen muß: der Pendel befindet sich nämlich in der

That in dem Fall, als wenn er bey jeder Schwingung mit dem Finger aufgehalten, und dann gleich wieder angestoßen würde, er schwingt also nicht frey.

Durch solche Betrachtungen wurden denkende Künstler bewogen, eine andere Hemmung ausfindig zu machen, bey welcher der Pendel seine Schwingungen ganz frey, ohne von dem Druck des Steig-Rades oder des Gewichts gehindert zu werden, verrichten könnte, mit einem Worte: das, was man eine freye Hemmung nennt.

Freye Hemmung.

Die bisher entwickelte Theorie der Uhren beweist die Unmöglichkeit einer freyen Hemmung im strengsten Verstande. Wenn der Pendel, wie es der Zweck bey allen Uhren ist, die Bewegung der Räder oder des Gewichts reguliren, und zugleich von diesen den Ersatz seiner verlorenen Bewegung erhalten soll, so ist es durchaus nothwendig, daß beyde Theile der Uhr auf einander wirken; und eine ganz unabhängige Bewegung des Regulators, oder eine vollkommen freye Hemmung ist ein Unding. Was soll man denn eigentlich unter dem so häufig gebrauchten Ausdrucke, freye Hemmung (échappement libre, free oder detached escapement,) verstehen? Ich glaube meinen Lesern einen Dienst zu erzeigen, wenn ich ihnen einen deutlichen Begriff hievon gebe, den sie verge-

bens in allen Büchern über die Uhrmacher-Kunst suchen würden.

Es ist gewiß, daß dem Pendel durch die Kraft des Gewichts, die nur vermittelst des Steig-Rades oder durch die Hemmung auf ihn wirken kann, die verlorene Bewegung ersetzt werden muß, und daß von der andern Seite der Pendel das Steig-Rad zwingen muß, nur nach jeder Schwingung oder Sekunde um einen Zahn fortzurücken; dies sollte aber billig so eingerichtet werden, daß beyde Kräfte nicht länger und nicht stärker auf einander wirken, als jene beyden Zwecke nothwendig erfodern, weil sonst eine unnöthige Verschwendung von Kraft entstehen würde, die eine schädliche Reibung und Störung des Ganges zur Folge haben würde. Die zweckwidrigste Einrichtung würde die seyn, bey welcher eine Wirkung hervorgebracht würde, die durch eine neue Kraft wieder vernichtet werden müßte, wenn z. B. dem Pendel, außer dem natürlichen und unvermeidlichen Verlust, noch ein neuer Grad von Bewegung geraubt würde, um sie ihm wieder zu ersetzen; und dieses ist in der That bey beyden obigen Hemmungen der Fall. Es muß also nun untersucht werden, was zu der Erreichung jener beyden Zwecke, auf welche der ganze Mechanismus der Uhren gegründet ist, unumgänglich erfodert wird.

Der Pendel, der durch die unvermeidliche Rei-

bung immer etwas von seiner Bewegung verliert, muß, um nicht endlich stehen zu bleiben, von Zeit zu Zeit angestoßen werden; und damit die Schwingungen nicht nach und nach kürzer, mithin schneller werden, so muß dieser Stoß am Ende jeder Schwingung erfolgen. Hiezu wird aber nur ein Augenblick erfodert, und eine so viel möglich freye Hemmung würde diejenige seyn, bey welcher der Pendel am Ende jeder einfachen oder doppelten Schwingung einen momentanen Stoß erhielte, so daß gar kein Fortgleiten, keine Reibung Statt fände, und das Steig-Rad während der ganzen Schwingung des Pendels gar nicht auf ihn wirkte. Allein hier entsteht eine neue Schwierigkeit: der zweyte Zweck der Hemmung ist, daß das Steig-Rad nur am Ende jeder Schwingung einmal fortrücke, mithin während der ganzen Schwingung aufgehalten, oder der Druck des Gewichts aufgehoben werde; und da dieses nicht die Wirkung eines Augenblickes seyn kann, so scheint es, daß der Pendel, der diese Wirkung hervorbringen soll, während der ganzen Sekunde ununterbrochen auf das Steig-Rad wirken, folglich auch von demselben einen immerwährenden Gegendruck leiden müsse.

Diese Schwierigkeit läßt sich nur dadurch heben, daß man die ganze Sache umkehrt. Das Steig-Rad muß während der ganzen Schwingung aufgehalten werden, aber es ist nicht nöthig, daß der Pendel dies

verrichte; der Zweck wird eben so wohl erreicht, wenn das Rad durch irgend ein anderes permanentes Hinderniß, das von dem Pendel ganz unabhängig ist, immerfort aufgehalten wird, bis der Pendel am Ende jeder Schwingung dieses Hinderniß aufhebt, es aber sogleich wieder fallen läßt, so daß nur ein einziger Zahn durchschlüpfen kann. Der Unterschied zwischen der gewöhnlichen und der freyen Hemmung besteht also eigentlich darin, daß bey der ersten der Pendel, so lange wie er schwingt, das Steig-Rad aufhält, und es nur in dem Augenblick, wenn er eine neue Schwingung anfängt, frey läßt; bey der freyen Hemmung aber wird das Rad durch ein unabhängiges Hinderniß (wie der Sperrhaken bey dem Aufziehen der Uhr) immerfort aufgehalten, und das Räder-Werk würde, unerachtet des Drucks des Gewichts, beständig still stehen, wenn es nicht am Ende jeder Schwingung vom Pendel befreyet würde. Auf diese Art sind beyde Zwecke durch zwey verschiedene Berührungen des Pendels mit dem Steig-Rade erreicht; deren jede aber nur einen Augenblick dauert und ohne alle Reibung vor sich geht: dies ist es was man freye Hemmung nennt, und was man richtiger die befreyende Hemmung nennen würde. Es ist leicht, sich davon im allgemeinen einen deutlichen Begriff zu machen, wiewohl eine umständliche Beschreibung ohne Zeichnung unmöglich ist.

Man stelle sich vor, daß auf der Platte, über welcher sich das Steig-Rad und die Axe des Pendels bewegt, ein Sperr-Haken befestigt ist, der in Form eines Winkel-Hebels aus zwey ungleichen Armen besteht, sich an der Winkel-Spitze um eine Spindel drehen läßt, und dessen kürzerer Arm von einer schwachen Feder in die Zähne des Steig-Rades eingedrückt wird, so daß er, sich selbst überlassen, dieses Rad beständig aufhält. An der Axe des Pendels ist eine Scheibe (die Hemmscheibe) befestigt, die an einer Stelle einen runden Einschnitt hat, und auf deren Fläche eine sehr dünne, elastische und spitze Stange oder Ruthe angebracht ist, die sich an einen Stift lehnt, der sie hindert sich nach dieser Seite zu drehen. Indem nun die Hemmscheibe mit dem Pendel eine Schwingung nach der einen Seite macht, drückt die Ruthe auf das Ende des äußern und längeren Arms des Sperr-Hakens, hebt folglich den kürzeren Arm aus den Zähnen des Steig-Rades aus: in diesem Augenblicke dreht sich das nun frey gewordene und vom Gewichte getriebene Steig-Rad, und giebt dem Pendel, mit dem Zahn der in den Einschnitt der Hemmscheibe greift, einen neuen Stoß; da aber beyde Wirkungen nur einen Augenblick dauern, so fällt der von der Ruthe frey gelassene und von der Feder angedrückte Sperr-Haken sogleich wieder ein, und hält den nächstfolgenden Zahn auf. Wenn dar=

auf die Hemmscheibe zurückschwingt, so trifft die Ruthe mit ihrer Spitze abermals den Arm des Hakens, aber in entgegengesetzter Richtung, nach der sich der Haken nicht drehen kann; sie giebt also vermöge ihrer Elastizität nach, biegt sich etwas zurück, und schlüpft unter dem Arme des Winkel=Hebels durch, so daß sie nun wieder ihre Stellung vor dem Arm einnimmt, und bey ihrer Rückkehr in der zweyten Schwingung dieselbe Wirkung hervorbringt.

Bey dieser Hemmung verrichtet also der Pendel seine Schwingungen ganz frey, ohne vom Steig=Rade den geringsten Widerstand zu leiden, und verliert seine Freyheit nur in den zwey Momenten, da die auf seiner Scheibe angebrachte Ruthe den Hebel=Arm niederdrückt, und dann wieder von ihm gebogen wird, indem sie an ihm zurückschlüpft; beyde Wirkungen aber, so wie der Stoß den der Pendel vom Steig=Rade erhält, dauern nur einen Augenblick, und gehen ohne alle Reibung vor sich.

Diese freye Hemmung ist, so viel auch darüber gestritten worden ist, ohne Zweifel eine Erfindung des französischen Künstlers Pierre le Roy, in der Mitte des vorigen Jahrhunderts; und die freyen Hemmungen der Engländer Arnold, Mudge, u. s. w. sind nur Verbesserungen derselben. Sie wird jetzt allgemein bey den Chronometern gebraucht; bey den Pendel=Uhren, wo sie eher entbehrt werden kann, begnügen

sich die englischen Künstler mit der ruhenden Hemmung.

Räder-Werk.

Wenn die bewegende Kraft des Gewichts und die regulirende Kraft des Pendels unmittelbar in einander wirkten, so hätte man weiter nichts als eine Sekunden-Uhr, die, ohne Minuten und Stunden anzuzeigen, ununterbrochen fortginge, bis das Gewicht abgelaufen wäre, welches bey dieser einfachen Verbindung sehr bald geschehen würde: man müßte also die Uhr sehr oft aufziehn, und beständig die Sekunden zählen und aufschreiben. Um beydes zu vermeiden ist es nothwendig, daß jene beyden Kräfte nicht unmittelbar, sondern durch viele Umwege in einander wirken: und dies erhält man durch das Räder-Werk, welches einen sehr wesentlichen Theil unserer Uhren ausmacht. Jedes Räder-Werk, in einer Taschen-Uhr oder in einer Mühle, besteht überhaupt aus mehreren gezähnten Rädern, deren jedes auf seiner Axe überdem ein kleineres Getriebe von wenigen Zähnen oder Stangen trägt, und die so geordnet sind, daß jedes Getriebe in die Zähne des nächsten Rades eingreift. Da nun das Getriebe sich mit seinem Rade zugleich einmal umdreht, vom folgenden Rade aber nur so viele Zähne fortschiebt, als es selbst Stangen hat, so wird sich jedes folgende Rad langsamer be-

wegen, als das Getriebe, welches in seine Zähne eingreift, oder als das vorhergehende Rad: und so kann man durch die Anzahl der Zähne und Stangen, die man den Rädern und Getrieben giebt, es dahin bringen, daß die Geschwindigkeit des letzten Rades zu der des ersten oder des vorhergehenden jedes beliebige Verhältniß erhält. Da aber die Größe der Räder, folglich auch die Anzahl der Zähne, ihre Gränzen hat, so müssen mehrere Räder angebracht werden, wenn dieses Verhältniß sehr groß seyn soll. Bey unsern Uhren macht das Steig-Rad mit dem Sekunden-Zeiger in einer Minute einen Umlauf, der Stunden-Zeiger aber in zwölf Stunden oder 720 Minuten: das erste Rad muß sich also 720 mal umdrehen, wenn das letzte sich einmal umdreht. Wollte man nun ein solches Uhr-Werk aus zwey Rädern allein zusammensetzen, so müßte das letzte Rad 720 mal mehr Zähne haben, als das Getriebe des ersten Rades Stangen hat, mithin 4320 Zähne, wenn das Getriebe sechs hat.

Diese bekannte Theorie liegt bey allen Mühlen und anderen Maschinen zum Grunde, wird aber dort auf eine ganz andere Art und zu einem andern Zweck angewandt, als bey den Uhren. Bey den gewöhnlichen Maschinen ist der Zweck, mit einer geringen Kraft eine große Last zu bewegen, woraus natürlich folgt, daß die Geschwindigkeit der Kraft die der Last über-

treffen muß, daß also das Rad, an dem die Kraft angebracht ist, mit seinem Getriebe in das folgende Rad eingreifen muß, u. s. w. Bey den Uhren aber ist der Zweck vielmehr, die Stärke der bewegenden Kraft und ihre Geschwindigkeit zu mäßigen: hier wird also das Rad, an dem die Kraft oder das Gewicht hängt, in das Getriebe des folgenden oder vielmehr vorhergehenden Rades, dieses wieder in das nächste Getriebe, und so endlich in das Getriebe des letzten oder des Steig-Rades eingreifen müssen, welches also hier als das erste anzusehen ist.

Um diese Einrichtung durch das Beyspiel einer Uhr zu erklären, die Sekunden, Minuten, und Stunden zeigt, werde ich mit dem Steig-Rade anfangen, und dasselbe durch A, sein Getriebe durch a bezeichnen; das folgende Rad soll B heißen, sein Getriebe b, u. s. w. Das Steig-Rad A hat 30 Zähne: da also, wie man oben gesehen hat, der Pendel zwey Schwingungen machen muß, indessen ein Zahn fortrückt, so erfodern diese dreyßig Zähne 60 Sekunden, mithin dreht sich A in einer Minute einmal um. Auf seiner Axe, die durch eine Oeffnung im Ziffer-Blatte durchgeht, ist daher der Sekunden-Zeiger befestigt, der am Ende jeder Sekunde um eine Abtheilung des in sechzig Theile eingetheilten kleinen Kreises fortrückt. Das Getriebe a von 8 Zähnen oder Stangen greift in das Rad B von 80 Zähnen: indem also A einen Umlauf

gemacht hat (in einer Minute), ist von B nur der zehnte Theil (8 Zähne) fortgerückt, weil jeder Zahn des Getriebes nur einen Zahn des Rades, in welches er eingreift, fortschieben kann: damit also B sich einmal ganz umdrehe, muß A zehn Umläufe machen, oder ein Umlauf von B dauert 10 Minuten. Das Getriebe b von 10 Zähnen greift in das Rad C von 60 Zähnen, so daß C während eines Umlaufs von b oder B nur um zehn Zähne oder um seinen sechsten Theil fortrückt, und daß sechs Umläufe von B nöthig sind, damit C einen Umlauf mache. Da nun jeder Umlauf von B zehn Minuten dauert, so geschieht ein Umlauf von C in sechzig Minuten oder in einer Stunde. Auf der Axe dieses Rades C ist daher im Mittelpunkte des in sechzig Theile eingetheilten Ziffer-Blattes der Minuten-Zeiger angebracht, der in jeder Sekunde unmerklich, aber während einer Minute um eine Abtheilung vorrückt, und in einer Stunde einen ganzen Umlauf macht. Dieses Rad C ist mit einem andern D auf derselben Axe, durch den gegenseitigen Druck oder die Reibung so verbunden, daß beyde zugleich einen Umlauf machen, daß aber, wenn man den Minuten-Zeiger mit der Hand rückt, das Rad D allein sich bewegt, ohne daß die Bewegung des Rades C und des übrigen bisher beschriebenen Räder-Werks dadurch gestört wird: auf diese Art kann man, ohne den gleichförmigen Gang der Uhr zu unterbrechen, den Minuten-Zeiger, und wie man sogleich

sehen wird, auch zugleich den Stunden-Zeiger, auf die richtige Zeit vor- oder rückwärts stellen. Das Rad D, dem man eine willkührliche Anzahl Zähne giebt, greift nämlich oberhalb in den Umfang eines andern Rades E von eben der Größe und eben der Anzahl Zähne, so daß C, D, E, zugleich einen Umlauf in einer Stunde machen. Auf der Axe des Rades E befindet sich das Getriebe e von 6 Zähnen, welches unterhalb (um es wieder gegen die Mitte des Ziffer-Blatts zu bringen) in ein Rad F von 72 Zähnen eingreift, so daß dieses, welches sich gerade vor den Rädern C, D, und dem Mittelpunkte des Ziffer-Blatts befindet, einen Umlauf macht, indem E zwölf Umläufe macht, das ist in 12 Stunden. Der auf der Axe dieses Rades befestigte Stunden-Zeiger zeigt die Stunden auf dem Ziffer-Blatt an, welches deshalb auch noch in zwölf Stunden eingetheilt ist. Auf diese Art sind alle Räder so neben und über einander gestellt, daß alle drey Zeiger, wenigstens die letzten, einen Mittelpunkt haben, und die Stunden, Minuten, und Sekunden auf dem Ziffer-Blatt anzeigen.

Wie lange die Uhr geht.

Einer der wichtigsten Theile der Uhren, der Zusammenhang zwischen dem Steig-Rade und der bewegenden Kraft des Gewichts, erfodert noch eine Erklärung. Dieser Zusammenhang wird vermittelst des

Getriebes b bewerkstelligt, welches eine hinlängliche Länge hat, um nicht allein, wie man sich erinnern wird, in das Rad C, sondern noch in ein anderes G einzugreifen, von dem es vermöge des Gewichts bewegt wird, so wie es hinwiederum das Rad C bewegt. Das Rad G hat 60 Zähne wie C, macht also ebenfalls in einer Stunde einen Umlauf. An seiner Axe befindet sich das Getriebe g von 8 Zähnen, welches in ein Rad H von 96 oder zwölfmal acht Zähnen greift, so daß H in 12 Stunden einen Umlauf macht. Sein Getriebe h von 8 Zähnen greift in das Rad K von 80 Zähnen, welches also in zehnmal zwölf Stunden oder in 5 Tagen einen Umlauf macht. Die Axe dieses Rades ist eine Walze von etwa zwey Zoll im Durchmesser, oder von sechs Zoll im Umfange, um welche eine Schnur gewickelt ist, an der das Gewicht herabhängt. Wenn also K einen Umlauf macht, so wickelt sich ein Theil der Schnur von sechs Zoll Länge ab, so daß das Gewicht in 5 Tagen um 6 Zoll sinkt. Da man gewöhnlich den Pendel-Uhren eine solche Höhe, und der Schnur eine solche Länge giebt, daß das Gewicht bis zu seinem gänzlichen Ablaufen sechs Fuß oder zwölfmal sechs Zoll sinken kann, so würde diese Uhr zwölfmal fünf oder sechzig Tage gehn, ohne aufgezogen zu werden; und die Walze muß so lang seyn, daß die Schnur zwölfmal umgewunden werden kann. — Wäre die Schnur so lang, daß das Gewicht, durch den einge-

schnittenen

schnittenen Fußboden in das untere Stockwerk, zwölf oder achtzehn Fuß sinken könnte, so würde die Uhr vier oder sechs Monate gehn. — Hätte die Walze nur einen Umfang von drey Zoll, so würden sich bey jedem Umlaufe des Rades K in fünf Tagen nur drey Zoll abwickeln, und K würde 24 Umläufe machen, ehe das Gewicht um sechs Fuß gesunken wäre: die Uhr würde also 24 mal 5 oder 120 Tage gehn. — Verbände man mit dem Rade K noch ein Getriebe von 10 Zähnen, welches in ein Rad L von 60 Zähnen eingriffe, um dessen Walze die Schnur gewickelt wäre, so würde ein Umlauf des Rades L, oder die Abwickelung von sechs Zoll der Schnur, sechs Mal fünf Tage oder einen Monat dauern, und die Uhr würde ein Jahr gehen, ohne aufgezogen zu werden.

Man sieht also, daß nichts leichter seyn würde, als eine Uhr zu verfertigen, die so lange geht wie man will, wenn nicht die Natur hier Gränzen gesetzt hätte. Es giebt, um den Gang der Uhr zu verlängern, wie man eben gesehen hat, überhaupt drey Mittel. Das erste, die Verlängerung der Schnur, ist das unschuldigste unter allen, weil dazu weiter nichts erfodert wird, als daß das Gewicht in die untern Stockwerke herabsinkt, ohne daß es dadurch an seiner Kraft verliert. Indessen finden doch auch hier gewisse Gränzen Statt. Da die Schnur in eben dem Verhältnisse länger wird, so muß die Walze lang genug, folglich die Weite oder

Tiefe des Gehäuses, welches die Walze nebst dem ganzen Räder-Werke einfaßt, groß genug seyn, um die Schnur so oft aufwickeln zu können. Da überdem der abgewickelte Theil der Schnur mitwiegt, so würde dieser Zuwachs des Gewichtes, wenn es sehr tief herabsinkt, die bewegende Kraft, mithin den Gang der Uhr, auf eine nicht ganz unbedeutende Art ändern: das Gewicht würde am Ende seiner Laufbahn stärker wirken, als wenn es eben aufgezogen ist. Dies läßt sich freylich durch eine doppelte Rolle oder einen Flaschenzug vermeiden, wodurch bewirkt wird, daß immer ein gleicher Theil der Schnur herabhängt.

Das zweyte Mittel besteht in der Verminderung der Dicke der Walze, das dritte in der Vermehrung der Räder oder ihrer Vergrößerung, wodurch zugleich das Verhältniß der Anzahl ihrer Zähne zur Anzahl der Triebstöcke vergrößert wird. Da aber beyde Mittel die bewegende Kraft, wegen des kleineren Hebel-Armes an dem sie wirkt, in eben dem Verhältnisse verringern, so müßte das Gewicht um eben so viel vermehrt werden; wodurch der Gang der ganzen Maschine, wegen des stärkeren Drucks und der davon herrührenden Reibung, sehr erschwert werden würde. Diesem Uebel kann nur dadurch abgeholfen werden, wenn alle Theile der Uhr in solcher Vollkommenheit gearbeitet sind, daß die Reibung unmerklich ist: alsdann wird ein sehr kleines Gewicht zur Bewegung des Ganzen hinreichend seyn, weil weniger Hindernisse

zu überwinden sind. Man sieht hieraus, daß nur sehr vollkommen gearbeitete Uhren mit einem kleinen Gewicht lange Zeit gehen können, ohne aufgezogen zu werden; daher Pfuscher, die es unternehmen solche Uhren zu verfertigen, sich gewöhnlich durch ungeheure Gewichte zu helfen suchen, wodurch die Theile der Uhr so angegriffen werden, daß sie bald ganz still stehen. Das stärkste Beyspiel von der erstern Art ist, soviel ich weiß, die Pendel-Uhr, die mit einem Gewicht von zwey Pfund, welches nur um fünf Fuß sank, ein ganzes Jahr ging.

Aufziehen der Uhr.

Am letzten Rade K, dessen Axe das Gewicht trägt, ist eine Einrichtung angebracht, die noch eine Erklärung erfodert. Wenn die Uhr wieder aufgezogen werden soll, so muß die Walze dieses Rades, um eben so viele Gänge als sie umgelaufen ist, und zwar nach einer Richtung die derjenigen entgegengesetzt ist, nach welcher das Gewicht herabgesunken ist, und nach welcher das ganze Uhrwerk geht, umgedrehet werden, damit die abgelaufene Schnur sich wieder aufwickelt. Da aber alle Räder in einander greifen, so würde dadurch der ganze Gang der Uhr gestört und sogar zerstört werden, wenn die Walze sich nicht ohne das Rad drehen ließe. Zu dem Ende ist an der Axe des Rades K noch ein kleineres Sperr-Rad unzertrennlich befestigt, dessen Zähne auf der Seite, nach welcher das Gewicht zieht, scharf abgeschnitten, auf

der entgegengesetzten Seite aber sanft abgerundet sind. Auf der Fläche des Rades K, in welchem sich die Axe oder Walze frey drehen kann, ist ein Sperr=Haken befestiget, der sich um eine Schraube dreht, und durch eine Feder in die Zähne des Sperr=Rades eingedrückt wird. Indem man nun die Uhr aufzieht, das heißt, indem man vermittelst des Uhrschlüssels die Axe, an der das Sperr=Rad befestigt ist, nach der dem Gange der Uhr entgegengesetzten Richtung umdreht, so schlüpfen die Zähne des Sperr=Rades mit ihrer abgerundeten Seite unter dem eben so gekrümmten Sperr=Haken leise fort, indem dieser von jedem Zahn etwas gehoben wird, und sogleich wieder durch den Druck der Feder herabfällt, wodurch eben das Geräusch entsteht, welches man bey dem Aufziehen der Uhr hört; und während dieser ganzen Operation steht das Rad K still, indem sich die Axe mit dem Sperr=Rade innerhalb des Rades umdreht. Nach der entgegengesetzten Richtung aber kann das Sperr=Rad sich nicht ohne das Rad K drehen, weil der Sperr=Haken sich mit seiner scharfen Kante der geraden Seite der Zähne entgegenstemmt. Wenn also das wieder aufgezogene Gewicht nach dieser Richtung die Walze nebst dem daran befestigten Sperr=Rade dreht, so schiebt dieses zugleich mit seinen Zähnen den Haken zurück, statt ihn zu heben, und dreht folglich das Rad K, woran er befestigt ist: die Umdrehung von K setzt nun, durch das Eingreifen der Räder und Ge=

triebe, wie oben erklärt ist, das ganze Räder-Werk der Uhr in Bewegung.

Man begreift, daß während des Aufziehens, die ganze Kraft des Gewichts, wodurch es die Räder der Uhr bewegt, vernichtet wird, weil das Gewicht, indem es gehoben wird, nicht zugleich sinken kann, oder vielmehr weil es mit seiner ganzen Kraft auf die Hand desjenigen wirkt, der die Uhr aufzieht. Wenn also gleich der Pendel vermöge seiner Natur zu schwingen fortfährt so springt doch nun das Steig-Rad, da es von keiner Kraft mehr gedrückt wird, nicht bey jeder Schwingung weiter, sondern der Haken des Pendels schwingt zwischen denselben Zähnen des Steig-Rades, und bewegt dasselbe hin und her, wie man an der Bewegung des Sekunden-Zeigers während des Aufziehens sehen kann. Auf diese Art bleibt also die ganze Maschine während des Aufziehens stehen, welches auch bei allen gewöhnlichen Uhren wirklich der Fall ist. Dies würde aber bey genauen Uhren, die wie die astronomischen, die Zeit ununterbrochen bis auf eine Sekunde anzeigen sollen, ein großer Fehler seyn, weil sie nach jedesmaligem Aufziehen von neuem durch Beobachtungen berichtigt werden müßten, auch keine Uhr, nachdem sie still gestanden hat, sogleich wieder ihren vollkommen regelmäßigen Gang nimmt, da die Schwingungen des von neuem angestoßenen Pendels anfänglich zu groß oder zu klein seyn werden. Um dieses Uebel zu vermeiden, gibt es zwey Miteel.

Entweder gebraucht man, wie bey den ältern französischen Uhren, eine Schnur ohne Ende (deren Enden zusammengenähet sind) von welcher die eine Hälfte das große Gewicht, die andere ein kleines Gegengewicht trägt, welches bloß dazu dient, die Schnur zu spannen. Von den beyden Enden woran die Rolle hängt, die das große Gewicht trägt, geht das eine über eine vom Rade K befestigte Rolle, das andere über das Sperr-Rad; die andern beyden Enden aber vereinigen sich um die Rolle, woran das Gegengewicht hängt. Jedes der beyden ersten Enden trägt das halbe Gewicht, welches, da das Sperr-Rad vom Sperr-Haken gehindert wird, sich nach dieser Richtung zu drehen, die Hälfte seiner Kraft anwendet, um das Rad K zu drehen, und dadurch das ganze Uhrwerk in Bewegung zu setzen, mit der andern Hälfte aber auf den Sperr-Haken drückt. Wenn nun das Gewicht ganz herabgesunken ist, so zieht man am andern Ende der Schnur, welche über das Sperr-Rad geschlagen ist, das Gewicht wieder herauf, wobey man weiter nichts thut, als was vorher der Sperr-Haken that, nämlich die eine Hälfte des Gewichts zu tragen, indem die andere Hälfte immer fort das Rad K dreht. Der Umfang des Sperr-Rades, so wie auch der Rolle am Rade K, ist mit Spitzen versehen, die, indem sie sich in die Schnur einhaken, es ihr unmöglich machen herabzugleiten, oder sich auf eine andere Art zu bewegen, als durch Umdrehung der Rolle und des Rades.

Bey den englischen Uhren ist diese Art von Flaschen-Zug nicht angebracht, sondern die Schnur ist um die Walze des Rades K gewickelt, wie es oben beschrieben ist. Damit also die Uhr während des Aufziehens nicht stehen bleibe, ist eine sogenannte Hülfsfeder angebracht, die durch eine besondere Vorrichtung, während dieser Zeit, einen Haken gegen die Zähne des Rades B nach der Richtung der Bewegung drückt, der dieses Rad indessen eben so fort treibt, wie es das Gewicht vorher that, und so während dieser kurzen Zeit den Gang der Uhr unterhält.

Kompensation.

Die Uhren waren bereits zu einer großen Vollkommenheit gebracht, als man bemerkte, daß der Pendel, dessen Schwingungen vermöge einer der allgemeinsten Natur-Kräfte, der Schwere, gleichförmig sind, durch eine andere nicht weniger mächtige Kraft der Natur, das Feuer, in dieser Gleichförmigkeit gestört wird. Alle Körper ohne Ausnahme, wiewohl einige mehr andere weniger, werden von der Wärme ausgedehnt, von der Kälte zusammengezogen, wie wir täglich an unseren Quecksilber- und Spiritus-Thermometern sehen. Unter den harten Körpern sind die Metalle diejenigen, in denen sich diese Ausdehnung am deutlichsten, oder wenigstens am regelmäßigsten zeigt. Da nun jeder Pendel, bey übrigens gleichen Umständen, desto langsamer

schwingt, je länger er ist, so wird auch der Pendel einer noch so vollkommen gearbeiteten Uhr in der Kälte schnellere Schwingungen machen, die Sekunden-, Minuten- und Stunden-Zeiger werden geschwinder gehen, als in der Wärme.

Es war daher ein wichtiges Problem für die Astronomie, diesem Uebel abzuhelfen: denn zum gewöhnlichen Gebrauch in unseren Wohnzimmern würde es thöricht seyn, sich hierüber Sorge zu machen, theils weil es hier nicht auf einige Sekunden ankömmt, theils weil bey der fast unveränderlichen Temperatur unserer Zimmer die Kälte und Wärme auf diese Uhren wenig Einfluß haben kann. Allein auf Sternwarten, wo die Uhren einer Aenderung der Temperatur von dreyßig Grad Reaumür ausgesetzt sind, und wo auf eine Sekunde viel ankömmt, ist diese Wirkung der Wärme von großer Wichtigkeit; und man wird sich leicht eine Vorstellung machen, wie beträchtlich sie ist, wenn man weiß, daß die Verlängerung des Pendels um eine Linie macht, daß die Uhr in 24 Stunden um hundert Sekunden langsamer geht, und daß ein eiserner Pendel, bey einer Wärme von 15 Grad, in 24 Stunden um 22 Sekunden langsamer geht, als bey einer Kälte von 15 Grad.

Das Mittel wodurch diesem Uebel abgeholfen wird, nennt man Kompensation; und der Erste der sich damit beschäftigte, war der Engländer Graham, dem

die Uhrmacher-Kunst so viel zu verdanken hat. Sein erster Gedanke war natürlich, die Pendel-Stange aus einer Materie zu verfertigen, die entweder gar nicht oder doch nur sehr wenig von der Wärme und Kälte ausgedehnt und zusammengezogen wird; später aber verfiel er darauf, zweyerley Materien, die auf verschiedene Art ausgedehnt werden, so zu verbinden, daß sie auf entgegengesetzte Art auf die Länge des Pendels wirken, und so einander kompensiren. Auf dieser sinnreichen Idee beruhen auch alle noch jetzt bekannte Kompensationen, so sehr sie auch in der Form von einander abweichen.

Da Holz, besonders trocknes Tannen-Holz, der Länge seiner Fibern nach, von der Wärme unmerklich ausgedehnt wird, so machte Graham zuerst die Pendel-Stange aus Tannen-Holz, welches aber, da es sich bey feuchter Luft wirft oder krümmt, mit einem guten Firniß gegen die Feuchtigkeit geschützt werden muß. Solche Pendel von Tannen-Holz findet man noch jetzt selbst bey astronomischen Uhren, und ihre Vollkommenheit besteht in der Güte des Firnisses, womit sie überzogen sind. Die besten würden unstreitig von Glas seyn.

Da diese Kompensation doch aber nie vollkommen seyn kann, so versuchte es Graham mit den beyden Metallen, welche die entgegengesetzten Extreme der Ausdehnung geben, nämlich Stahl oder Eisen und

Quecksilber, welches letztere sich sechszehn bis siebzehn Mal stärker ausdehnt als Eisen. Seine Pendel-Stange bestand nämlich aus einer eisernen Röhre, die zum Theil mit Quecksilber angefüllt ward: so wie nun die Wärme die eiserne Röhre verlängerte, so nahm zügleich die Länge oder Höhe der Quecksilber-Masse in einem sechszehn Mal größeren Verhältnisse zu; ihre Oberfläche und ihr Schwerpunkt erhob sich also, indem die Linse des Pendels sank; und bey der großen spezifischen Schwere des Quecksilbers konnte man es, durch Vermehrung oder Verminderung ihrer Masse, leicht dahin bringen, daß der Mittelpunkt der Schwere aller Massen, aus denen der ganze Pendel bestand, immer dieselbe Entfernung vom Aufhängepunkt, mithin der Pendel dieselbe Länge behielt. Solche Quecksilber-Pendel haben den Vorzug, daß man, durch Zugießen oder Wegnehmen einiger Tropfen Quecksilbers, die Kompensation leicht berichtigen kann: sie werden noch jetzt, wiewohl unter einer verbesserten Gestalt, gebraucht.

Harrison, der Erfinder der See-Uhren, verband zuerst zwey feste Metalle, um den Einfluß der Wärme zu kompensiren. Von dieser sinnreichen Erfindung wird man sich auf folgende Art eine deutliche Vorstellung machen können. Der Pendel besteht aus einer eisernen und einer messingenen Stange, die oben fest mit einander vernietet sind, nach unten aber sich

frey ausdehnen können. Um einen am untern Ende der eisernen Stange befestigten Stift dreht sich ein Hebel, auf dessen einem Arm die messingene Stange ruht, und an dessen anderm Arme die Linse des Pendels hängt. Bey der Wärme dehnen sich beyde Stangen aus, der Ruhe-Punkt des Hebels sinkt mit dem untern Ende der eisernen Stange, wodurch der Pendel länger wird; da aber die messingene Stange sich mehr als die eiserne ausdehnt (ungefähr im Verhältniß von fünf zu drey), so dreht sich zugleich der Hebel-Arm, auf dem die messingene Stange ruht, unterwärts, welches nicht anders geschehen kann, als so daß der andere Hebel-Arm sich oberwärts dreht, folglich die daran hängende Linse gehoben wird, wodurch der Pendel wieder verkürzt wird. Man sieht leicht, daß die Längen der beyden Hebel-Arme so gegen einander abgeglichen werden können, daß die Linse immer um eben so viel gehoben wird, als sie durch die Ausdehnung der eisernen Stange gesunken ist, so daß der Pendel beständig dieselbe Länge behält.

Der jetzt allgemein gebräuchliche Rost-förmige Pendel, welchen Graham verbessert hat, beruhet auf demselben Mechanismus, der hier nur mehrmals wiederholt ist: er besteht nämlich aus fünf, sieben, oder neun neben einander hängenden Stangen, die wechselsweise von Eisen und Messing oder Zink gemacht sind, so daß die äußersten Stangen, und die mittelste

an der die Linse hängt, von Eisen sind; diese Stangen sind oben und unten durch mehrere Riegel so vereinigt, daß die eisernen Stangen sich nur nach unten, die messingenen nur nach oben ausdehnen können, und daß die Total-Ausdehnung nach unten genau so viel beträgt, wie die nach oben, wodurch die Länge des Pendels bey jeder Temperatur unverändert erhalten wird.

Taschen-Uhren.

Obgleich die Pendel-Uhren die vollkommensten unter allen sind, so haben sie doch theils wegen ihrer Größe, theils weil sie eine feste Stellung erfodern, damit der Pendel in seinen Schwingungen nicht gestört werde, die Unbequemlichkeit, daß man sie weder bey sich tragen, noch von einem Ort zum andern bringen kann, ohne ihren Gang zu unterbrechen: sie waren daher lange das ausschließliche Eigenthum der Klöster, Kirchen, und Sternwarten, und man mußte sich dem Tempel der Gottheit oder dem Sitze der Musen wenigstens nähern, um zu wissen, ob es bald Zeit sey, zum Schmause oder zum Tanze zu gehen. Der Wunsch ward daher bald allgemein, mit diesen Maschinen, deren Structur für den großen Haufen ein solches Geheimniß war, daß er es für eine Art von Zauber-Werk ansah, spielen zu können; und das Genie fand bey der

Aussicht, für seine Arbeit von dem müßigen Reichen gut belohnt zu werden, bald Mittel, dieser Noth durch die sogenannten Taschen-Uhren abzuhelfen, deren Erfinder ein Nürnberger Namens Peter Hele war (im Jahre 1500.) Nürnberg und Augsburg blieben lange die vornehmsten Werkstätte, wo diese künstlichen Maschinen verfertigt wurden, die man wegen ihrer ovalen Form lebendige Nürnberger Eyer nannte, und die anfänglich mit einem Schlagwerke, und so klein gearbeitet wurden, daß man sie in den Rock-Knöpfen, am Halse, und in Ringen trug. Von Deutschland verbreiteten sie sich bald nach England und Frankreich, wo sie sehr theuer bezahlt wurden. — Bey der Beschreibung dieser transportabeln Uhren kann ich um so kürzer seyn, da alles was von den Pendel-Uhren gesagt ist, sich mit einer kleinen Aenderung darauf anwenden läßt.

Haupt-Feder.

Die Taschen-Uhren bestehen, gleich den Pendel-Uhren, aus der bewegenden und der regulirenden Kraft, aus der Hemmung, und dem Räder-Werk, welches beyde Kräfte in Verbindung setzt und zugleich die Stunden, Minuten und Sekunden zählt; man kann hier aber weder ein Gewicht zur Bewegung, noch einen Pendel zum Regulator anwenden, weil zu beyden eine unbewegliche verticale Stellung der Uhr erfodert wird:

und in diesen beyden Stücken unterscheiden sich die Wand- und die Taschen-Uhren wesentlich von einander.

Es giebt in der Natur, außer der Schwere, eine Kraft die nicht weniger allgemein zu seyn scheint, die zwar, da sie nicht gleich jener bloß von der Masse, sondern von ihrer Structur, ihrem innern Gewebe abhängt, in verschiedenem Grade auf die Körper wirkt, doch aber vielleicht keiner Art von Körpern ganz fehlt: dies ist die Elastizität, vermöge welcher die Körper nicht allein jeder Kraft, die sie zu biegen, zu zerren, oder zusammen zu drücken strebt, widerstehen, sondern auch wenn sie solcher Kraft nachzugeben gezwungen sind, so bald dieselbe nachläßt, ihre ursprüngliche Gestalt wieder anzunehmen suchen. Unter den festen Körpern hat keiner diese Eigenschaft in höherem Grade, als gut gehärteter Stahl; und eine dünne, aber breite, spiralförmig zusammengewickelte Stahl-Feder, die Haupt-Feder genannt, wird in den Taschen-Uhren als bewegende Kraft auf folgende Art gebraucht.

Das Gehäuse, in dem die Feder liegt, oder die sogenannte Trommel, hat eine unbewegliche Axe, um welche die Feder gewickelt ist, so daß ihr inneres Ende an der Axe, ihr äußeres an der innern Schale der Trommel befestigt ist. An dieser Trommel ist, wie bey den Pendel-Uhren, ein Sperr-Rad angebracht, so daß sie, indem die Uhr aufgezogen wird, sich frey nach

der Richtung drehen kann, durch welche die Feder dichter zusammengewickelt oder gespannt wird, nach der entgegengesetzten Richtung aber, nach welcher sie durch die Elastizität der Feder, nachdem dieselbe aufgezogen oder gespannt ist, zurückgetrieben wird, sich wegen des Sperr-Hakens nicht drehen kann, ohne das erste Rad, welches oben durch K bezeichnet ist, mit zu drehen. Dieses Rad setzt durch Eingreifen das ganze Räder-Werk in Bewegung, wodurch nicht allein die Zeiger gedreht werden, sondern auch das letzte oder das Steig-Rad, welches durch die Hemmung mit dem Regulator in Verbindung steht, und ihm nicht allein die durch die Reibung verlorene Bewegung ersetzt, sondern von ihm eine bestimmte regelmäßige Bewegung erhält, und solche dem übrigen Räder-Werke mittheilt.

Dieser Regulator war bey den ersten Uhren nichts anders als die sogenannte Unruhe (balancier), nämlich ein Kreis von dünnem Metall, der sich frey um seine Axe drehen kann, durch zwey Stifte aber gehindert wird, daß er nach keiner Seite einen ganzen Umlauf machen oder überspringen kann, so daß er genöthigt ist, nach beyden Seiten hin und her zu schwingen wie der Pendel, welche Schwingungen durch die Haupt-Feder, vermittelst des Räder-Werkes und der Hemmung unterhalten werden, so lange die Feder gespannt ist.

Kette und Schnecke.

So waren die ersten Taschen = Uhren beschaffen, mit denen man sich lange behalf, so unvollkommen sie auch waren. Es ist nichts in der Natur der Unruhe, was sie wie den Pendel zwänge, unaufhörlich oder gleichförmig zu schwingen: nur der Stoß der Hemmung treibt sie wieder zurück, und statt den Gang der Uhr zu reguliren, erhält sie ihre ganze Bewegung von der Kraft der Feder, nach der sich also auch ihre Bewegung, so wie die der ganzen Uhr richten muß. Das ganze Uhr = Werk befand sich also in einem unnatürlichen erzwungenen Zustande, und die Wirkung konnte sich unmöglich immer gleich bleiben. So wie nämlich ein stark gespannter Bogen weiter schießt als ein schwach angezogener, so widersteht auch jede elastische Feder in eben dem Verhältnisse stärker, als sie stärker gespannt ist: und so muß die Kraft der Uhr-Feder gleich nach dem Aufziehen, da sie am stärksten zusammengedrückt ist, größer seyn als in der Folge, da sie sich immer mehr abwickelt, und endlich bey dem völligen Ablaufen nur noch sehr wenig gespannt ist. Um daher die Taschen-Uhren zu genauen Zeitmessern zu machen, mußten noch zwey Probleme aufgelöst werden, nämlich die Unruhe zu einem wirklichen Regulator zu machen, und die Feder so einzurichten, daß die Wirkung der bewegenden Kraft unveränderlich bleibt, wenn gleich die Kraft selbst sich ändert.

Der

Der letzte Zweck ward gegen das Ende des sechszehnten Jahrhunderts, durch die in England erfundene **Schnecke**, erreicht. Das erste Rad K war nämlich nicht unmittelbar an der Trommel, sondern an einem daneben stehenden Kegel befestigt, der mit der Trommel vermittelst der **Kette** in Verbindung steht: das eine Ende dieser Kette ist an der untern Basis des Kegels, das andere am oberen Ende der Trommel befestigt, und wickelt sich von dieser auf jenen in Schneckenförmigen Gängen auf. Durch das Aufziehn der Uhr mit dem Schlüssel, der auf die Axe der Schnecke paßt, dreht man diese, wodurch die Kette von der Trommel, um die sie sich durch das Ablaufen der Uhr ganz angelegt hatte, auf die Schnecke bis an ihre oberste Spitze aufgewickelt wird. Nach dem Aufziehen dreht die Feder die Trommel zurück, welche vermittelst der Kette die Schnecke, und das an ihr befestigte Rad K, kraft des Sperr-Hakens ebenfalls zurückzieht, und so das ganze Räder-Werk in Bewegung setzt: und dies geschieht, wie wir eben gesehen haben, mit abnehmender Kraft. Da aber die Kette, indem sie abläuft, dem untern dickeren Ende der Kegel-förmigen Schnecke immer näher kömmt, so faßt sie dieselbe an einem längeren Hebel-Arm, oder in einer größern Entfernung von ihrer Axe, folglich mit mehr Stärke, in eben dem Verhältnisse wie die Kraft der Feder durch Abspannen schwächer wird, so daß das **Moment** der bewegenden Kraft,

oder ihre mechanische Wirkung in Beziehung auf die Umdrehung der Schnecke um ihre Axe, immer von gleicher Größe bleibt, wenn die Schnecke die gehörige Form hat. Die ersten solcher Uhren hatten eine Darm=Saite; da diese sich aber in kurzer Zeit abschabt, so ward sie bald durch die noch jetzt gebräuchliche, sehr künstlich zusammengesetzte Kette ersetzt.

Spiral=Feder und Unruhe.

Die Auflösung des zweyten Problems verdankt man demselben Geometer, dem wir den Regulator der Pendel=Uhren zu danken haben. Einige Jahre nach dieser großen Erfindung (1674) brachte Huyghens den noch jetzt allgemein für den einzigen brauchbaren anerkannten Regulator der Taschen=Uhren an, nämlich die Spiral=Feder; wiewohl die Erfindung selbst schon fünfzehn Jahre früher von dem Engländer Hook gemacht zu seyn scheint. Dies ist eine spiralförmig gewundene sehr feine Stahl=Feder (ein Drath) unter der Unruhe, deren äußeres Ende fest genietet, das innere aber an der Unruhe befestigt ist, so daß beyde unzertrennlich ihre Schwingungen machen, die nun nicht anders als gleichförmig seyn können, wie man aus folgender Theorie sehen wird.

Eine spiralförmig gewundene Feder macht ihre Schwingungen nach eben dem Gesetze, wie eine in gera=

der Linie ausgespannte; und da auf diesen letzten die ganze Theorie der Saiten-Instrumente beruht, so wird man sich von jenen den deutlichsten Begriff machen, wenn man sie mit den Schwingungen klingender Saiten vergleicht, deren nahe Verwandschaft mit den Schwingungen des Pendels in die Augen fällt. So bald eine gespannte Saite durch irgend eine Ursache aus der geraden Linie gebracht ist, eilt sie mit beschleunigter Bewegung, diese natürliche Lage wieder einzunehmen; indem sie sie aber erreicht, hat sie eine so große Geschwindigkeit, daß sie nicht unmittelbar zur Ruhe kommen kann, sondern nun nach der entgegengesetzten Seite sich eben so weit von der geraden Linie entfernt, dann wieder zu ihr zurückkehrt, und auf diese Art ihre Schwingungen nach beyden Seiten ewig fortsetzen würde, wenn sie nicht durch die Reibung und den Widerstand der Luft zur Ruhe gebracht würde. Eben so wird die Spiral-Feder, wenn sie nach einer oder der andern Seite aus ihrer natürlichen Krümmung gebracht ist, das heißt, indem sie mehr zusammen oder aus einander gewickelt ist, so lange hin und her schwingen, bis sie gleich dem Pendel zur Ruhe kömmt.

Indem die Saite ihre Schwingungen der Luft mittheilt, bringt sie dadurch in unserm Ohre das hervor, was wir Ton nennen; und die Höhe dieses Tons steht im Verhältnisse der Geschwindigkeit ihrer

Schwingungen, so daß der Ton desto höher oder tiefer ist, je schneller oder langsamer jene Schwingungen verrichtet werden. Da nun der Ton während seiner ganzen Dauer immer dieselbe Höhe behält, wenn gleich seine Schwingungen immer kleiner werden, bis sie endlich ganz aufhören; da ferner dieselbe Saite immer denselben Ton angiebt, sie mag stark oder schwach angeschlagen, mit dem Bogen oder dem Finger in Schwung gesetzt werden: so ist es offenbar, daß die Schwingungen einer bestimmten Saite immer von gleicher Dauer oder Geschwindigkeit sind, sie mögen groß oder klein seyn. Dies ist also auch der Fall mit der Spiral-Feder: bey ihr ist die Hemmung, die sie in Bewegung setzt, das was bey den Saiten der Bogen oder das pizzicato ist; sie wird also bey jeder Art von Hemmung ihre Schwingungen mit gleicher Geschwindigkeit machen, wie groß auch der Bogen ist, durch den sie schwingt. — So ist demnach die Spiral-Feder ein vollkommener Regulator der Uhren, und in der That ein vollkommenerer als der Pendel, dessen Schwingungen längere oder kürzere Zeit dauern, nachdem die Schwingungs-Bogen größer oder kleiner sind. Die Dauer jeder ihrer Schwingungen, mithin auch der Gang der Uhr, hängt allein von der Beschaffenheit und Größe der Spiral-Feder ab; und auch über diesen Zusammenhang werden uns die klingenden Saiten den besten Aufschluß geben.

Der Ton einer Saite hängt allein von ihrer Länge, Dicke, und Spannung ab, und ihr Ton ist desto höher, ihre Schwingungen geschehen desto schneller, je kürzer, je dünner, und je stärker gespannt die Saite ist. Die Kraft, welche die Spiral=Feder in einer bestimmten Krümmung hält, oder sie spannt, ist ihre Elasticität: sie wird also desto schneller schwingen, je kürzer, je dünner, und je elastischer sie ist; desto langsamer aber, je länger, je dicker, und je schwächer sie ist. Da sie aber die Unruhe zu tragen hat, so hängt ihre Dicke, oder vielmehr ihre Schwere, die Last die sie bey ihren Schwingungen in Bewegung setzt, zugleich von der Größe und Masse der Unruhe ab. Ihre Dicke und Elasticität läßt sich nicht ändern, ohne die Feder mit einer andern zu vertauschen; aber nichts ist leichter, als ihre Länge zu ändern. Man kann daher den Gang der Uhr auf eine sehr bequeme Art geschwinder oder langsamer machen, wenn man die Spiral=Feder verkürzt oder verlängert; und zu diesem Zweck ist folgende Einrichtung bey den Uhren angebracht.

Unter der sogenannten Rosette oder Richtscheibe befindet sich ein Rad, welches unter dem Umfange der Unruhe in einen gezähnten Bogen eingreift, der auf einem Arme zwey Stifte trägt, zwischen welchen die Spiral=Feder eingeklemmt ist, so daß ihre eigentliche Länge von diesen beyden Stiften an gerechnet werden muß, weil sie nur von diesen festen

Punkten an Schwingungen machen kann. Es sind diese Stifte eben das, was der Steg bey der Violine ist: der Theil der Saite, der jenseits des Steges liegt, schwingt nicht mit, und so wie man durch bloßes Verschieben des Steges, oder des Fingers mit dem man die Saite drückt, ihren Ton erhöhen oder erniedrigen, ihre Schwingungen schneller oder langsamer machen kann, so regulirt man auch den Gang der Uhr, indem man die Rosette dreht, und dadurch die beyden Stifte rechts oder links schiebt.

Da die Spiral-Feder außer ihrer eigenen Masse auch die Unruhe tragen muß, damit sie im Stande ist, durch die Hemmung die Bewegung des Steig-Rades aufzuhalten und zu reguliren, so sind ihre Schwingungen nicht vollkommen frey: sie verliert vielmehr, durch diese Last mit der sie beschwert ist, so wie durch die Reibung, einen Theil ihrer Bewegung. Die bewegende Kraft (die Haupt-Feder) muß daher das gehörige Verhältniß zur Spiral-Feder und zur Unruhe haben, um ihr nicht weniger aber auch nicht mehr Bewegung mitzutheilen, als sie verloren hat: eine Uhr kann also schon deswegen allein schlecht gehen, weil sie eine zu starke oder zu schwache Feder hat; und aus diesem Grunde muß der Uhrmacher, der eine Uhr mit zerbrochener Feder zu repariren hat, oder eine neue Uhr verfertigen will, sehr vorsichtig in der Wahl der neuen Feder seyn.

Unvollkommenheit der Taschen-Uhren.

Man würde sich sehr irren, wenn man glaubte, daß die Taschen-Uhren durch die Erfindung der Schnecke und der Spiral-Feder zu eben der Vollkommenheit gebracht sind, wie die Pendel-Uhren. Durch die erstere wird die Gleichförmigkeit der bewegenden, durch die andere die der regulirenden Kraft bezweckt, aber nicht in dem Grade erreicht, wie durch die weit einfachere Wirkung des Gewichts und des Pendels. Diese beyden Kräfte hängen unmittelbar von der Schwere, jene beyden von der Elasticität ab; und die Wirkungen der letzteren sind nicht so einfach, wie die der Schwere. Das Gewicht zieht immer mit unveränderlicher Kraft, es mag hoch oder niedrig hängen, die Uhr mag eben aufgezogen oder dem Ablaufen nahe seyn; die Haupt-Feder aber wird immer schwächer, je weiter die Uhr abläuft, und dies soll durch die Kegel-Form der Schnecke ersetzt werden. Wenn aber auch gleich die Schnecke so vollkommen abgeglichen wäre, daß der größere Halbmesser, an dem die Kette zieht, mit der weniger gespannten Kraft der Feder beständig im Gleichgewicht wäre, welches vielleicht nie der Fall seyn wird; so bleibt doch selbst die absolute Kraft der Feder nicht immer von gleicher Stärke. Es ist bekannt, daß ein stark gespannter Bogen (oder Feder) mit der Zeit seine Elasticität verliert. Die Ausdehnung der Wärme wird durch die

Elasticität der Feder selbst befördert, weil sie dadurch ihrer natürlichen ungespannten Lage genähert wird; das Zusammenziehen der Kälte aber findet in der Elasticität einen Widerstand, weil dadurch die Feder noch mehr gespannt wird. So wird also eine Feder durch die Wärme geschwächt oder erschlafft, ohne daß dies durch die Kälte ersetzt wird, obgleich dieser Ersatz bey einer ungespannten Feder wirklich Statt findet. Je länger also die Feder gespannt bleibt, je länger die Uhr geht, ohne aufgezogen zu werden, desto schwächer wird sie mit der Zeit, und eine Taschen-Uhr die Monate geht, ist mehreren Aenderungen unterworfen, als eine die täglich aufgezogen werden muß; aber auch bey dieser wird die Feder endlich schwächer, und die bewegende Kraft ist nicht so unveränderlich wie bey den Pendel-Uhren.

Auch der Regulator der Taschen-Uhren ist, wegen der mit ihm verbundenen Unruhe, nicht so vollkommen wie der Pendel. Es ist schon erinnert, daß beyde Kräfte, von denen der Gang einer Pendel-Uhr abhängt, die bewegende sowohl als die regulirende, der Druck des Gewichts und die Schwingungen des Pendels, unmittelbare Wirkungen der Schwere sind, einer der mächtigsten, allgemeinsten, und unwandelbarsten Kräfte der Natur; da hingegen die bewegende und die regulirende Kraft bey den Taschen-Uhren, die Haupt- und die Spiral-Feder, Wirkungen einer

untergeordneten, veränderlichen, und weniger verbreiteten Kraft sind, nämlich der Elasticität. Allein auch ohnedem würde es unmöglich seyn, einer Uhr, die jede Lage, jede Bewegung, jeden unsanften Stoß ertragen soll, eben die Vollkommenheit zu geben, wie einer Uhr die nie aus ihrer natürlichen Lage gebracht wird. Die Zufälle, denen eine Taschen-Uhr ausgesetzt ist, erfodern, daß alle ihre Theile stärker und fester gearbeitet werden, wodurch eine größere Reibung entsteht; und eine größere bewegende Kraft nöthig wird. Wenn man der Uhr, in dem Augenblick da die Unruhe nach einer Seite schwingt, einen Schwung nach der andern Seite giebt, so hebt man jene Bewegung auf, und thut dasselbe, als wenn man den Pendel aufhielte: die Uhr würde also eben sowohl als der Pendel stehen bleiben, wenn nicht die bewegende Kraft stark genug wäre, nicht bloß die Schwingungen der Unruhe zu unterhalten, sondern sie von neuem in Bewegung zu setzen. Bey den Chronometern ist dies wirklich der Fall: sie können durch einen Schwung oder Stoß plötzlich zur Ruhe gebracht werden; und wenn sie abgelaufen sind, bleiben sie, nachdem man sie aufgezogen hat, stehen, bis man ihnen mit der Hand eine neue Schwingung giebt.

Chronometer.

Der Name Chronometer oder Zeitmesser

begreift eigentlich alle Arten von Uhren unter sich; man versteht aber gewöhnlich darunter die vollkommeneren Taschen = Uhren, die den Seefahrern bey ihren astronomischen Beobachtungen, und bey der Bestimmung besonders der Länge der Oerter, eben die Dienste leisten sollen, wie den Astronomen auf dem Lande die Pendel = Uhren. Es giebt vielleicht keine Maschine, bey der so viele Erfindungen und Verbesserungen angebracht sind, wie bey dieser; und es war zu erwarten, daß diese Erfindungen größtentheils in dem Lande gemacht wurden, welches seine Wohlfahrt und seinen Reichthum der Schiffahrt verdankt, und daher diese zur höchsten Vollkommenheit gebracht hat. Der Engländer Silly, der sich vor ungefähr hundert Jahren in Frankreich aufhielt, brachte zuerst die Taschen=Uhren zu größerer Vollkommenheit; aber der eigentliche Erfinder der Chronometer vor etwa achtzig Jahren, war ein englischer Tischler, J. Harrison, dessen Genie durch den großen vom brittischen Parliament ausgesetzten Preis erweckt ward.

Es scheint wohl ausgemacht, daß in transportablen Uhren an die Stelle der Haupt= und der Spiral=Feder nichts zweckmäßigeres gesetzt werden kann, wiewohl man auch bey den eigentlichen See=Uhren (marine chronometer), die in einem dem Kompasse ähnlichen Gehäuse, bey jeder Bewegung des Schiffs, in vertikaler Lage gehalten werden, ein Gewicht an=

gebracht hat. Harrison hielt sich also mit Recht an die ersten, daher die wesentlichen Vorzüge der Chronometer folgende sind: 1) vollkommenere Ausarbeitung aller Theile, 2) freye Hemmung, 3) fortgehende Bewegung während des Aufziehens, 4) Verminderung der Friction, 5) Kompensation des Einflusses der Temperatur. Der erste Gegenstand ist die Sache der Uhrmacher, und vom zweyten ist schon oben gehandelt; der dritte wird, wie bey den Pendel-Uhren, durch die von Harrison erfundene Hülfs-Feder erreicht, die von der Haupt-Feder beständig gespannt, und während des Aufziehens, da sie durch einen Sperr-Haken gehindert wird zurück zu weichen, hinlänglich ist, die Bewegung zu unterhalten: es muß hier also nur von der Friction und der Kompensation geredet werden.

Zur Vermeidung unnöthiger Friction wird erfodert: 1) daß das Eingreifen der Räder und die Gestalt ihrer Zähne so vollkommen ist, daß sie bloß über einander rollen, ohne sich an einander zu reiben, zu stemmen, oder zu schieben; 2) daß alle Theile der Uhr so leicht gearbeitet werden, wie es die nothwendige Festigkeit zuläßt, weil bey größerem Druck auch die Friction vermehrt wird; 3) daß sowohl die Zapfen der Räder, als die Löcher oder Pfannen in denen sie liegen, so hart und glatt wie möglich sind; 4) daß allerwärts wo zwey Theile der Uhr einander berühren und sich an einander

bewegen, diese beyden Theile von verschiedenen Materien, am besten von Stahl und Messing gemacht werden, so daß z. B. die Zähne der Räder von Messing, ihre Zapfen von Stahl, die Triebstöcke, in welche die Zähne eingreifen, von Stahl, und die Zapfen-Lager von Messing sind; 5) daß endlich alle solche Stellen durch gutes Oel glatt erhalten werden.

Diese Mittel müssen bey jeder guten Uhr angewandt werden; bey Chronometern aber sind sie nicht hinlänglich. Selbst Stahl auf Messing leidet noch immer eine Reibung, und das Oel greift die Metalle an, vertrocknet mit der Zeit, und wird in der Kälte zähe, so daß, wenn es nicht oft erneuert wird, die Uhr endlich bloß wegen des Oels still steht, aber schon lange vorher einen schlechten Gang annimmt. Ein Oel, welches von allen diesen Fehlern frey wäre, würde eine der nützlichsten Entdeckungen in der Uhrmacher-Kunst seyn, wird aber vielleicht immer ein frommer Wunsch bleiben. Man hat daher bey den Chronometern, so wie bey den meisten astronomischen Pendel-Uhren, ein anderes Mittel angewandt, wodurch freylich diese Maschinen sehr kostbar werden, und der Noth doch nur zum Theil abgeholfen wird, weil es unmöglich ist, das Oel ganz zu entbehren. Man läßt nämlich, wo es sich thun läßt, nicht zwey Metalle auf einander gehen, sondern gebraucht anstatt des einen Metalles sehr harte, vollkommen polirte Steine, als Agaten, Diamanten,

Rubine: nach dieser Methode werden alle Zapfen-Lager mit Steinen ausgefüttert, die Lappen oder Paletten der Hemmung sind von Stein, u. s. w. Diese wichtige Erfindung ist von dem Genfer Fatio 1700 gemacht, der sie nach England brachte, nachdem er vergebens versucht hatte, sie in Frankreich einzuführen.

Ihre Kompensation.

Wir haben gesehen, daß der Pendel durch die Wärme ausgedehnt, und die Kälte verkürzt wird; und man wird leicht vermuthen, daß es sich mit dem Regulator der Taschen-Uhren eben so verhält. Da nun die Spiral-Feder der eigentliche Regulator ist, so waren die ersten Kompensationen von Harrison und Berthoud so eingerichtet, daß die Spiral-Feder selbst auf eine der Wirkung der Temperatur entgegengesetzte Art verkürzt oder verlängert ward. Allein der vollkommen gleichförmige Gang der Chronometer erfodert ein bestimmtes und unveränderliches Verhältniß zwischen der bewegenden Kraft und der Spiral-Feder, welches durch die Verkürzung oder Verlängerung der letztern geändert wird. Ueberdem hatte der oben erwähnte Le Roy die wichtige Entdeckung gemacht, daß es bey jeder Spiral-Feder nur eine gewisse Länge giebt, bey der alle ihre Schwingungen, große und kleine, von gleicher Dauer sind: hat man also einmal diese Länge durch Versuche gefunden, so muß man sie nie ändern, weil sonst, wenn die Kraft

der Haupt-Feder mit der Zeit abnimmt, oder das Oel dick wird, die Schwingungen der Spiral-Feder, indem sie dadurch kürzere Bogen beschreiben, auch schneller oder langsamer werden würden, nachdem die Feder zu lang oder zu kurz genommen ist. Um der Feder diese gehörige Länge geben zu können, muß sie ursprünglich lang genug seyn, damit sie nach und nach verkürzt werden könne, bis alle ihre Schwingungen von gleicher Dauer sind. J. Arnold gab seinen Spiral-Federn achtzehn Zoll Länge, und wand sie, zur Ersparung des Raumes, Cylinder-förmig in die Höhe: sie machen nach jeder Seite Schwingungen von 230 Grad, die sich aber nach einiger Zeit, durch die Vertrocknung des Oels, bis 130 Grad verkürzen, ohne schneller oder langsamer zu werden. Aus diesen Gründen haben die englischen Künstler die Kompensation nach folgenden Grundsätzen eingerichtet.

Wenn die Spiral-Feder freye Schwingungen machte, so würden diese bloß von ihrer Länge und Dicke abhängen; da sie aber zugleich die ganze Unruhe hin und her schleudern muß, so hängen ihre Schwingungen auch von dieser ab, und sind desto langsamer, je größer und je schwerer die Unruhe ist, so wie die Tiefe des Tons, oder die Langsamkeit der Schwingungen einer klingenden Saite, mit ihrer Masse zunimmt. Da nun die Schwere der Unruhe sich nicht ändern läßt, so blieb nichts anders über, als die Schwingun-

gen des Regulators durch die Größe der Unruhe zu kompensiren; und diese Größe besteht in der Entfernung des Mittelpunkts der Masse vom Mittelpunkte des Schwunges. Bey den gewöhnlichen Unruhen, die aus einem Ringe bestehen, der von sehr feinen Armen getragen wird, ist diese Entfernung mit dem Halbmesser des Ringes einerley; und da es schwer seyn würde, den Halbmesser zu ändern, oder eine Einrichtung zu treffen, wodurch sich der ganze Ring, bey vorfallenden Aenderungen der Temperatur, erweiterte oder zusammenzöge, wie die Pupille in unserm Auge, so hat man die Unruhe aus mehreren getrennten Bogen zusammengesetzt, deren eines Ende auf dem Halbmesser befestigt, das andere aber, welches mit einer im Verhältnisse zur ganzen Unruhe sehr schweren Masse belastet ist, frey schwebt, so daß es sich, nachdem es einwärts oder auswärts gebogen wird, dem Mittelpunkte nähern oder von ihm entfernen kann. Von der veränderlichen Entfernung dieser Massen hängt nun die eigentliche Größe der Unruhe ab; und das aufzulösende Problem war nun, eine solche Einrichtung zu treffen, daß diese Massen sich in eben dem Verhältnisse dem Mittelpunkte der Unruhe nähern oder von ihm entfernen, wie die Wärme oder Kälte die freyen Schwingungen der Spiral-Feder langsamer oder geschwinder macht.

In den englischen Chronometern besteht die Un-

ruhe gewöhnlich aus zwey getrennten Halbkreisen oder Bogen von 180 Grad. Jeder Bogen ist nur an seinem einen Ende auf dem Halbmesser oder einem Arme der Unruhe befestigt, und trägt auf dem andern frey schwebenden Ende eine beträchtliche Masse, die am besten aus Gold, als dem schwersten Metalle, gemacht wird. Der Bogen selbst ist doppelt, und besteht aus einem äußern von Messing, und einem innern von Stahl, die zusammengeschmelzt oder genieret sind. Bey zunehmender Wärme dehnen sich beyde Hälften des Bogens aus, die messingene aber mehr als die stählerne: da nun beyde vereinigt und an einem Ende befestigt sind, so kann die größere Ausdehnung des äußern Bogens sich nur dadurch äußern, daß der ganze doppelte Bogen sich mehr krümmt, folglich das andere frey schwebende Ende mit der goldenen Kugel sich dem Mittelpunkt nähert. Man stelle sich nämlich vor, daß beyde Hälften nicht zusammengenietet wären, sondern über einander weggleiten könnten, so daß sie sich der Natur ihres Metalles gemäß ausdehnen könnten: alsdann würde die Krümmung sich nicht ändern, aber der messingene Bogen würde länger als der stählerne werden, mithin sein Ende sich über diesen hinaus erstrecken. Da aber diese Enden fest verbunden sind, so wird der stählerne Bogen, indem er zurückbleibt, auch das Ende des messingenen zurückziehen, folglich nach innen beugen. Bey zunehmender

mender Wärme werden demnach die goldenen Kugeln dem Mittelpunkte genähert, die Unruhe wird kleiner, und ihre Schwingungen werden schneller; zugleich aber verlängert die Wärme die Spiral-Feder, und macht dadurch ihre Schwingungen langsamer. Bey der Kälte ist es umgekehrt: beyde Bogen werden verkürzt, aber der äußere, weil er von Messing ist, mehr; er zieht also den innern nach außen, der ganze Bogen nähert sich einer geraden Linie, und die goldenen Massen entfernen sich vom Mittelpunkt; die Unruhe wird größer, und schwingt langsamer, indeß die durch die Kälte verkürzte Spiral-Feder schneller zu schwingen strebt.

Man begreift leicht, daß diese Wirkung desto beträchtlicher seyn wird, je näher die goldenen Massen dem beweglichen Ende des Bogens sind, und desto geringer, je näher sie dem festen Ende sind, weil sie, an diesem selbst angebracht, die Krümmung des Bogens und die Größe der Unruhe gar nicht ändern würden. Es ist also klar, daß es eine gewisse Entfernung geben muß, in welcher die goldenen Massen anzubringen sind, damit die Verkürzung der Unruhe beständig die Verlängerung der Spiral-Feder kompensire, und umgekehrt. Da diese Entfernung sich nicht wohl anders als durch Versuche finden läßt, so sind die goldenen oder schweren Massen dergestalt angebracht, daß sie sich durch eine Stell-Schraube mehr oder weniger vom festen Ende des Bogens entfernen

lassen; und es ist ein Glücks = Fall, wenn man die rechte Stelle durch wenige Versuche findet; ganz genau wird man sie vielleicht nie treffen. Ueberhaupt sieht man leicht, daß die Kompensation zu stark ist, wenn die Uhr in der Kälte langsamer als in der Wärme geht, daß also in solchem Falle die schweren Massen zu weit vom festen Ende des Bogens entfernt sind; daß sie aber von ihm mehr entfernt werden müssen, wenn die Uhr, wie sie es ohne Kompensation thun würde, in der Kälte geschwinder als in der Wärme geht.

Hat endlich die Uhr bey jeder Temperatur denselben Gang, aber nicht den richtigen, so daß sie beständig zu schnell oder zu langsam geht, so ist die Kompensation zwar richtig, aber die Spiral=Feder an sich zu kurz oder zu lang; welches bey den gewöhnlichen Taschen=Uhren durch die Rosette berichtigt wird, wie oben erklärt ist. Da aber die Genauigkeit der Chronometer erfodert, daß nichts an der Spiral=Feder geändert werde, so muß man sich auch hier an die Unruhe halten, und hat deshalb folgende Einrichtung angebracht. Jeder Bogen trägt an seinem festen Ende ein kleines Gewicht, welches sich vermittelst einer Schraube, nicht nach der Seite oder der Länge des Bogens, wie die Kompensations = Massen, sondern nach der Richtung des Halbmessers verschieben läßt. Indem man diese Gewichte mehr oder we=

niger vom Mittelpunkt entfernt, so verlängert oder verkürzt man in der That die Unruhe, und giebt der Uhr einen langsameren oder geschwinderen Gang.

Schlag-Werk.

Das Schlag-Werk der Uhren, welches im dreyzehnten Jahrhundert erfunden zu seyn scheint, erfodert noch eine Erklärung, die desto kürzer seyn kann, da es nicht sehr von dem übrigen Mechanismus der Uhr abweicht. Es besteht nämlich ebenfalls in einem Räder-Werke, das durch ein zweytes Gewicht (oder Feder) in Bewegung gesetzt wird, hat aber folgende Eigenthümlichkeiten. 1) Die ganze Wirkung besteht darin, einen Hammer mehrmals nach einander auf eine Glocke schlagen zu lassen. 2) Diese Wirkung muß sich nur periodisch, nämlich am Ende jeder Stunde äußern, so daß das Räder-Werk während der ganzen Stunde still steht.

Das erste wird auf folgende Art bewirkt. Der Hammer, der sich um einen festen Punkt frey drehen kann, wird von der einen Seite durch eine Feder beständig zur Glocke hingedrückt, und greift von der andern Seite mit einem Sperr-Haken a in die Zähne des letzten Rades A. Indem nun das Räder-Werk in Bewegung gesetzt wird, hebt ein Zahn des Rades A den Sperr-Haken, und entfernt dadurch den Ham-

mer von der Glocke; so bald aber der Zahn den Haken verlassen hat, so wirkt die Feder zurück, der Hammer fällt mit Gewalt auf die Glocke, und giebt den ersten Schlag. In diesem Augenblick hat der Sperr-Haken wieder eingegriffen, und wird vom zweyten Zahne des Rades A abermals gehoben, da er dann beym Zurückfallen den zweyten Schlag thut. Dieses Schlagen dauert so lange fort, als das Rad A sich bewegt; oder der Hammer giebt so viel Schläge, als Zähne des Rades A fortrücken.

Damit der Hammer nur am Ende jeder Stunde, und zwar die gehörige Anzahl Schläge gebe, ist mit dem Rade A noch ein anderes B auf derselben Axe verbunden, welches an seinem ungezähnten Rande zwölf Einschnitte hat, in welche ein andrer Sperr-Haken des Hammers, der durch b bezeichnet werden soll, eingreift, der also das ganze Räder-Werk so lange aufhält, bis er ausgehoben wird. Diese Einschnitte sind in ungleichen Zwischen-Räumen, die in arithmetischer Progression wachsen, von einander entfernt; so daß der zweyte Zwischen-Raum, oder der hervorragende Theil des Randes vom Rade B, zweymal so lang ist als der erste, der dritte dreymal, u. s. w. der zwölfte zwölfmal so lang als der erste. Nachdem nun die Glocke 12 geschlagen hat, fällt der Haken b in den ersten Einschnitt, und hält das Räder-Werk eine ganze Stunde in Ruhe. Am Ende der Stunde

wird b gehoben, das dadurch befreyte Räder=Werk wird durch das Gewicht in Bewegung gesetzt, die Räder A und B bewegen sich um ihre gemeinschaftliche Axe, der Zahn des erstern hebt den Haken a, und läßt den Hammer einen Schlag thun: während dieser Zeit hat sich auch der kleine Zwischen=Raum des Rades B unter dem Haken b fortgeschoben, und indem der Hammer zurückfällt um einen Schlag zu geben, fällt auch der Haken b in den zweyten Einschnitt, der sich nun gerade unter ihm befindet, und hält das Räder=Werk abermals auf; es hat 1 geschlagen. Am Ende der nächsten Stunde erfolgt dieselbe Wirkung; da aber der nun folgende Zwischen=Raum zweymal so lang, und die Bewegung der Räder gleichförmig ist, so fällt der Haken b, nachdem der erste Schlag geschehen ist, noch nicht in den dritten Einschnitt, sondern auf die Mitte des Zwischen=Raums oder des erhabenen Randes des Rades B: er kann also das Räder=Werk nicht aufhalten, die Räder B und A drehen sich weiter, der zweyte Zahn des Rades A hebt den Hammer zum zweyten Mal, der beym Zurückfallen den zweyten Schlag thut; und nun erst hat sich die andere Hälfte des Zwischen=Raums im Rade B fortgeschoben, der Haken b fällt in den dritten Einschnitt, und hält ihn wieder eine Stunde auf: es hat 2 geschlagen. Bey der dritten Stunde, wo der Zwischen=Raum dreymal so lang ist, erfolgen

auf eben die Art drey Schläge; und so fort bis zwölf.

Diese Bewegung muß, wie die des Gehe=Werks, nur nicht in dem Grade der Genauigkeit, gleichförmig, und langsam genug seyn, daß man Zeit hat die Schläge zu zählen: beydes wird auf folgende Art bewerkstelligt. Das Rad A greift in ein Getriebe, an dessen Axe große aber dünne Wind=Flügel angebracht sind, die, indem sie sich drehen, von der Luft einen so großen Widerstand leiden, daß sie das Räder=Werk in einer langsamen und gleichförmigen Bewegung halten, und nachdem man sie größer oder kleiner macht, die Schläge nach Gefallen langsamer oder schneller auf einander folgen lassen. Beym Schlag=Werke ist also das Schwung=Rad der Regulator, wie bey den ältesten Uhren; und es ist gewiß, daß die dadurch erhaltene Gleichförmigkeit der Schläge zu diesem Zwecke vollkommen hinlänglich ist, und daß es ganz unnöthig ist, ein zweytes Pendel als Regulator des Schlag=Werks anzubringen, wie es französische Uhrmacher gethan haben.

Es ist noch nicht erklärt worden, wie das Räder=Werk nur am Ende jeder Stunde, durch Aushebung des Sperr=Hakens b, in Bewegung gesetzt wird. Das Ende jeder Stunde erfolgt, wenn das Minuten=Rad des Gehe=Werks einen Umlauf gemacht hat: dieses Rad ist daher mit einem Stifte versehen, der etwa

wenn der Minuten-Zeiger 58 zeigt, den Haken b aufzuheben anfängt, da dann zugleich die Bewegung des Schwung-Rades das Geräusch macht, welches man die Warnung nennt. In dem Augenblick, da der Zeiger 60 Minuten zeigt, ist der Haken b ganz ausgehoben, und die Räder des Schlag-Werks fangen ihre Bewegung an, wie es oben erklärt ist; und diese Bewegung kann nicht eher wieder erfolgen, als bis nach einer Umdrehung des Minuten-Rades, oder nach einer Stunde, der Stift dieses Rades abermals den Haken b aushebt. Man begreift leicht, daß, wenn die Uhr Halbe- oder Viertel-Stunden schlagen soll, man nur anstatt eines Stifts, zwey oder vier in gleichen Zwischen-Räumen anbringen darf.

Diese zwey Räder würden also hinlänglich seyn; man hat aber gewöhnlich noch zwey Räder angebracht, theils um durch dieses zusammengesetzte Räder-Werk den Gang desto gleichförmiger zu machen, theils damit auf die oben erklärte Art, das Schlag-Werk eben so lange gehe wie das Gehe-Werk, ohne aufgezogen zu werden.

Die Repetir-Uhren, sowohl an der Wand als in der Tasche, die man, wenn man will, schlagen lassen kann, sind eine Erfindung des Engländers Barlow (im Jahre 1676); die erste, die nach Frankreich kam, war ein Geschenk von Karl II. an Ludwig XIV. Diese sinnreiche, aber sehr zusammengesetzte Einrichtung

läßt sich ohne Zeichnung nicht wohl erklären: sie ist in neuern Zeiten zu großer Vollkommenheit gebracht, und wirklich dadurch nützlich gemacht, daß Taube und Blinde ihr trauriges Leben damit abmessen können, indem die Schläge der Uhr zu ihrem Gefühle reden.

Sympathetische Uhren.

Wer Breguets Uhren kennt, der wird ihm die Gerechtigkeit widerfahren lassen, daß er nicht allein ein großer Künstler, sondern auch ein sehr spekulativer Kopf ist. Nicht zufrieden, vortreffliche Uhren besonders zum gewöhnlichen Gebrauche zu machen, bringt er eine Menge Künsteleyen dabey an, die ihnen freylich wohl mehr Abgang verschaffen, als die innere Güte allein. Das hohe Bewußtseyn, eine Uhr im Platina-Gehäuse zu besitzen, indeß Andere sich mit dem gemeinen Golde behelfen müssen, oder die Zeit vermittelst eines einzigen Zeigers abzulesen, die andere aus drey Zeigern herausbuchstabiren müssen, oder seine mit einem Parachute versehene Uhr fallen lassen zu können, indeß Andere die ihrige in der Tasche tragen müssen, einen Namen auf dem Ziffer-Blatte zu haben, den kein Ungeweihter lesen kann, u. s. w. alles dieses lockt eine Menge Käufer an, die über solche Dinge eher urtheilen können, als über den richtigen Gang einer Uhr.

Eine solche Erfindung ist nun auch die neueste von Breguet, die, wenn sie gleich dem Nicht-Kenner weniger auffallen wird, als die Breguetschen Uhren, die durch bloße Berührung andere berichtigen und stellen, doch für den Kenner ungleich mehr Interesse hat, die sogar ein wirkliches Räthsel scheint, wenn gleich kein physisches, doch ein psychologisches. Ich hoffe, meine Leser werden diesen letzten Ausdruck bald verstehen, und habe dieser Erfindung keinen andern Namen zu geben gewußt, als den eben so räthselhaften, den man in der Ueberschrift gefunden hat, obgleich Hr. Breguet ihr den bescheidenen Namen „Doppelt-Chronometer" giebt. Die Sache ist diese:

Zwey mit der größten Sorgfalt, und nach denselben Grundsätzen, Verhältnissen und Dimensionen, verfertigte Uhren werden in demselben Gehäuse dergestalt befestigt, daß beyde Unruhen einander so nahe gebracht sind, wie es nur möglich ist, ohne daß sie sich wirklich berühren. Das Resultat hievon, an dessen Wahrheit sich nicht zweifeln läßt, da es von den Astronomen des Pariser Bureau des longitudes bezeugt ist, die diesen Doppelt-Chronometer einer langen und strengen Prüfung unterworfen haben, ist folgendes. 1) Beyde Uhren hatten während der zwey Monate, da sie auf der Sternwarte geprüft wurden, unerachtet der außerordentlichen Kleinheit, die wegen des einzelnen Gehäuses nothwendig gewesen war, ei-

nen eben so regelmäßigen Gang, als die vollkommensten Maschinen dieser Art. 2) Beyde wichen nie im mindesten von einander ab, so daß die Schwingungen beyder Unruhen immer genau überein trafen, und die Zeiger beyder Uhren immer denselben Strich anzeigten.

Seit Karl V., der sich die letzten Jahre seines Lebens vergeblich damit beschäftigte, zwey völlig übereinstimmende Uhren zu Stande zu bringen, und eben dadurch von seiner Intoleranz in der Religion geheilt seyn soll, hatte man die Sache selbst für unmöglich gehalten; und obgleich die Uhren in den neuesten Zeiten zu einer Vollkommenheit gebracht sind, wovon man im sechszehnten Jahrhundert keine Ahndung hatte, so waren doch die bisherigen Versuche der jetzigen Künstler eben so vergeblich gewesen, als die des großen Kaisers. Was soll man also von Breguets Doppelt = Chronometer sagen, der dieses Problem mit einem Male gelöst hat?

Das Erste worauf man verfiel, war der Einfluß der Luft: die Pariser Astronomen schlossen daher den Chronometer einen ganzen Tag unter einer Glocke ein, aus der die Luft ausgepumpt war, fanden aber, daß beyde Uhren auch im Luft = leeren Raume vollkommen übereinstimmten, obgleich ihr Gang, durch den aufgehobenen Widerstand der Luft, um 24 Sekunden schneller geworden war; woraus dann folgte, daß die Sympa-

thie, die zwischen beyden Uhren Statt zu haben scheint, nicht durch die Luft bewirkt wird.

Die Pariser Astronomen zogen aus ihren Beobachtungen folgendes Resultat: 1) Zwey so innig mit einander verbundene Uhren haben wirklich einen Einfluß auf einander, so daß die Aendrungen, die jede von ihnen, wenn sie getrennt gewesen wären, erlitten haben würde, durch die andere korrigirt werden. 2) Breguets neue Erfindung hat daher den doppelten Nutzen, den Gang des Chronometers regelmäßiger zu machen, und zugleich eine merkwürdige Entdeckung zu machen, welche die Aufmerksamkeit der Physiker in hohem Grade verdient. Es ist ein Räthsel, welches die Astronomen den Physikern aufgegeben haben. Bis die Auflösung erfolgt ist, muß es Jedem erlaubt seyn, seine Meinung zu sagen: ich werde mir daher die Freyheit nehmen, einige unmaßgebliche Bemerkungen darüber zu machen.

1. Wer eine gründliche Kenntniß vom Bau der Uhren, besonders der Chronometer, hat, und daher weiß, welch eine Menge kleiner Ursachen auf ihren Gang Einfluß haben, von denen man nicht voraussetzen kann, daß sie auf zwey Uhren immer auf gleiche Art wirken, der wird sich leicht von der Unwahrscheinlichkeit überzeugen, daß sich unter Millionen von Uhren zwey von einander getrennte finden, die beständig genau denselben Gang haben. Wenn man aber von der andern

Seite bedenkt, daß alle diese Ursachen; als da sind, Zustand der Luft, Temperatur, kleine Erschütterungen, u. s. w. auf zwey Uhren, die in demselben Gehäuse eingeschlossen, und überdem genau nach demselben Modelle gearbeitet sind, unmöglich auf verschiedene Art wirken können, so verliert das Wunder der Uebereinstimmung beyder Uhren den größten Theil seines Nimbus.

2. Es ist bekannt, daß die Schwingungen der Unruhe, so wie des Pendels einer Wand-Uhr, sich mehr oder weniger allen Theilen der Uhr, besonders der Platte worin die Axe der Unruhe befestigt ist, und dem Gehäuse selbst mittheilen, woraus dann eine Reaction entsteht, von der es sich wohl denken läßt, daß sie zwey so innig verbundene Uhren, deren Unruhen auf derselben Platte und in demselben Gehäuse befestigt sind, wenn sie nur ursprünglich übereinstimmende Schwingungen gemacht haben (wie es hier der Fall ist), immer dabey erhalten kann, indem sie den ersten Versuch eine abweichende Schwingung anzufangen, gleich in der Geburt erstickt.

3. Allein, was nun auch die physische Ursache dieser Mittheilung oder Sympathie seyn mag, so folgt nothwendig aus dem Gesetze der Natur, daß es keine Action ohne eine gleiche Reaction geben kann, daß in dem Doppelt-Chronometer eine Uhr die andere nicht korrigiren kann, ohne von ihr um eben so viel verdor-

ben zu werden. Die gegenseitige Korrektion kann offenbar nur Statt finden, wenn eine der beyden Uhren A unvollkommener ist als die andere B, so daß sie, wenn sie sich allein überlassen wäre, einen Fehler a machen würde. Da sie nun, nach der Voraussetzung, durch die Einwirkung der Uhr B gehindert wird, den Fehler zu begehen, so folgt aus dem Gesetze der Reaction, daß B zugleich von A gezwungen wird, einen eben so großen entgegengesetzten Fehler zu machen. Wenn z. B. A im Begriffe war, um a Sekunden vorzueilen, indeß B gesonnen war, seinen alten richtigen Gang beyzubehalten, so entsteht aus der gegenseitigen Wirkung, daß B die Uhr A zurückhält, zugleich aber von A um eben so viel vorwärts gezogen wird, so daß A nur um $\frac{1}{2}$a voreilt, B aber zugleich um eben so viel: der Doppelt-Chronometer wird also fortwährend übereinstimmen, aber einen Fehler von $\frac{1}{2}$a machen. Dasselbe hätte man durch die gewöhnliche Methode erhalten, da man aus zwey getrennten Chronometern das Mittel nimmt. Wenn nämlich, wie hier angenommen wird, A um a, B aber gar nicht vorgeeilt hat, so begeht man wie dort einen Fehler von $\frac{1}{2}$a, indem man zwischen beyden das Mittel nimmt. Dann bestände also der Vortheil des Doppelt-Chronometers nur darin, daß er den Astronomen eine sehr leichte Rechnung ersparte.

4. Unerachtet dieser Einwirkung fällt die gegenseitige Korrektion ganz weg, wenn beyde Uhren Fehler

von derselben Art machen, zugleich eilen oder langsamer gehen. In diesem Falle, der wegen der gleichen Umstände, in denen sie sich befinden, der wahrscheinlichste ist, werden sie sich auf dem Irrwege vereinigen, und der gemeinschaftliche Fehler bleibt dem Beobachter verborgen. Da nun gerade dieser Fall bey zwey isolirten Uhren, die gewöhnlich auf entgegengesetzte Art fehlen, höchst unwahrscheinlich ist, so würde sogar die gewöhnliche Methode, aus zwey Chronometern das Mittel zu nehmen, vor der Breguetschen den Vorzug haben.

5. Vielleicht ist indessen hiebey noch eine Bemerkung zu machen, die den Doppelt-Chronometer als wirklich nützlich empfehlen würde. Wer viel mit Uhren umgegangen ist, wird bemerkt haben, wenn es gleich nicht zu erklären ist, daß es sich gewissermaßen mit ihren Fehlern wie mit den Krankheiten organischer Körper verhält. Es zeigt sich plötzlich eine Unregelmäßigkeit, die anfangs so unmerklich ist, daß man sie fast nur eine Disposition zur Krankheit nennen möchte, die aber, wenn ihr nicht auf der Stelle abgeholfen wird, sehr schnell zunimmt, so daß der Astronom die Regel des Arztes, venienti occurrite morbo, sich wohl zu merken hat. Bey dem ersten Anfange läßt sich der Krankheits-Stoff vielleicht durch einen Tropfen Oel wegschaffen; ist dies aber versäumt, so werden oft große Reparaturen nöthig. Könnte man also die erste Unregelmäßigkeit unterdrücken, so würde die Uhr in den meisten

sten Fällen von selbst ihren richtigen Gang wieder annehmen: und dieses ist es gerade, was der gegenseitige Einfluß des Doppelt-Chronometers thut, wenn nämlich in der That ein physischer Einfluß Statt findet. — Indessen ist es wohl das Vernünftigste, hier wie bey ähnlichen Gegenständen, als dem thierischen Magnetismus, der Wünschelruthe, u. s. w. ruhig abzuwarten, was die Zeit und fortgesetzte Beobachtungen darüber lehren werden, und bis dahin das Räthsel, welches sich auf den Bericht der Pariser Astronomen gründet, als ein psychologisches anzusehen.

Allgemeine Bemerkungen.

Vielleicht wird man nun fragen, wozu dieses alles nütze. Ich müßte mich sehr irren, wenn nicht der größte Theil meiner Leser sich für ihre Mühe, diesen langen Artikel durchgelesen zu haben, wenn er sich gleich nicht mit eben der Leichtigkeit lieset wie ein Roman, hinlänglich durch die Bemerkung belohnt hielten, daß die kleinsten und gemeinsten Gegenstände oft die schönsten Denkmäler des menschlichen Geistes sind. Das Colisäum und die Bäder Diokletians beweisen nicht so viel für die Kultur des Menschen-Geschlechts, als die keine Maschine die im Gehäuse eines Chronometers eingeschlossen ist: in der Biene findet der Natur-Forscher

die Weisheit und Macht des Schöpfers eben so bewundernswürdig, als in dem Elephanten. Eine höchst einfache Bewegung, ein kleines Hin- und Herschwingen des Pendels, der Spiral-Feder, gespannter Saiten, oder der Luft, ist das Mittel, wodurch die Natur uns die größte Wohlthat und den höchsten Genuß verschafft: ihr verdanken wir die genaue Messung der Zeit, worauf die ganze Astronomie und alle Geschäfte des menschlichen Lebens gegründet sind, so wie den Zauber der Musik.

Um indessen auch diejenigen Leser zu befriedigen, die, gleich dem Mathematiker, nur in einem andern Sinne, keinen andern Nutzen kennen, als der sich in Zahlen angeben läßt, will ich noch einige allgemeine Bemerkungen und Lehren hinzufügen, die für jeden Uhr-Besitzer diese Art von Nutzen haben können.

Eine Bemerkung, die in den meisten Vorfällen des Lebens ihre Anwendung findet, ist auch bey den Uhren von großer Wichtigkeit, wiewohl sie selten gehörig beherzigt wird: nämlich daß man vom Aeußern nicht auf das Innere schließen muß. Mancher bezahlt eine Uhr sehr theuer, weil sie ein gefälliges Ansehen, eine feine Politur, oder ein Gehäuse von Platina hat, weil sie flacher gearbeitet, kleiner und einfacher ist, oder wegen irgend einer Erfindung, die auf dem Ziffer-Blatte, an der Art sie aufzuziehen oder das Gehäuse zu öffnen, angebracht ist. Nicht von solchen Nebendingen hängt

der Werth einer Uhr ab, die oft blos angebracht sind, um wesentliche Fehler zu verbergen, zu denen man besonders folgende rechnen muß.

Wenn die bewegende Kraft (das Gewicht oder die Haupt-Feder) im Verhältnisse zu den Schwingungs-Bogen des Pendels oder der Unruhe, die durch die Art der Hemmung bestimmt werden, zu stark oder zu schwach ist, so entsteht entweder ein schädlicher Kampf zwischen der bewegenden und der regulirenden Kraft, oder dem Regulator wird die verlorene Bewegung nicht hinlänglich ersetzt. — Wenn die Hemmung schlecht ist, so entstehen alle die nachtheiligen Folgen, die oben entwickelt sind. — Wenn die Räder nicht vollkommen rund sind, ihre Zähne nicht die gehörige Figur haben, oder ihre Zwischen-Räume zu klein oder zu groß sind, so verursacht das fehlerhafte Eingreifen der Räder in die Getriebe, daß durch die Schleifung und Reibung der Zähne an einander ein Theil der Kraft verloren geht, oder daß die Kraft auf die verschiedenen Zähne ungleich wirkt, wodurch der gleichförmige Gang der Uhr zerstört wird. — Zu große oder zu schwere Räder verursachen einen unnöthigen Druck, wodurch der schädliche Einfluß der Friction vermehrt wird. — Wenn die Löcher, in denen die Zapfen der Räder sich drehen, zu eng oder zu weit sind, so leidet die Bewegung einen zu großen Widerstand, oder die Zapfen wackeln hin und her,

die Räder kommen aus ihrer Lage, das Eingreifen und der ganze Gang der Uhr wird fehlerhaft. — Wenn die Linse einer Pendel-Uhr nicht schwer genug ist, so hat die bewegende Kraft vermittelst des Steig-Rades eine zu große Gewalt über ihre Schwingungen, die nun nicht mehr ganz frey sind, und bey der geringsten Aenderung der Friction oder des Eingreifens der Räder, größer oder kleiner werden. Sind die Schwingungs-Bogen zu groß, so verlieren sie bey der mindesten Aenderung ihre Gleichförmigkeit, welche nur bey sehr kleinen Bogen Statt findet. Eine gute Pendel-Uhr muß daher eine sehr schwere Linse (Bley in messingener Schale) haben, die sehr kleine Schwingungen macht.

Alle diese bey dem Bau der Uhr begangene Fehler kann freylich nur ein geschickter Künstler beurtheilen; ihr Daseyn aber zeigt sich Jedem bald durch den schlechten Gang der Uhr. Allein es giebt andere Fehler, die selbst bey einer guten Uhr mit der Zeit unvermeidlich sind, und die verbessernde Hand des Künstlers erfodern. Durch das beständige Reiben der Metalle an einander werden Zähne, Zapfen, und Zapfen-Lager abgenutzt und verlieren ihre Politur; erstere ändern ihre Figur, die Zapfen werden stumpf, und die Löcher, worin sie laufen, schleifen sich aus. Das Oel wird trocken oder zähe; der eindringende Staub legt sich zwischen die Zähne der Räder, oder füllt die

Zapfen-Lager aus; die Uhr wird, trotz der besten Natur, durch Fatiguen krank, und fodert die Pflege des Arztes, wenn die ganze Maschine nicht still stehen soll. Bey den Taschen-Uhren kömmt noch hinzu, daß die Feder mit der Zeit schwächer wird.

Die erste Maßregel, um eine Uhr in gutem Zustande zu erhalten, ist, sie etwa alle zwey Jahre reinigen und mit frischem Oele versehen zu lassen; besonders aber, sobald ihr Gang unregelmäßig wird oder ganz aufhört, sie von einem geschickten und gewissenhaften Künstler ausbessern zu lassen: denn die beste Uhr kann in den Händen eines unwissenden Uhrmachers von Grund aus verdorben werden, da er, um seine Unwissenheit zu verbergen, oder sich eine Mühe zu ersparen, oft gewaltsame Mittel anwendet, um die Uhr wieder in Gang zu bringen, welche aber gleich den heroischen Kuren eines Quacksalbers nur auf kurze Zeit helfen, und die Konstitution auf immer zerstören. Hieher gehört z. B. das gewöhnliche Mittel der Pfuscher, die bewegende Kraft zu verstärken, bey den Pendel-Uhren ein schwereres Gewicht anzubringen, wodurch der Druck aller Theile auf einander, und die daher rührende Friction vermehrt wird; welches zur Folge hat, daß alle Theile sich immer mehr abschleifen und abnutzen, und die Uhr endlich ganz unbrauchbar wird.

Man muß nicht glauben, daß eine wirklich feh-

lerhafte Uhr durch bloße Reinigung gebessert werden könne: ihr Gang wird sogar gewöhnlich dadurch noch schlechter werden, weil das nothwendige Gleichgewicht zwischen der bewegenden und der regulirenden Kraft, welches der Künstler verfehlt hatte, oft durch die Vertrockung des Oeles, und durch die Unreinigkeiten, die sich zwischen die Räder gesetzt haben, hergestellt ist. Man muß von dem Uhrmacher, wie von den Arzt, nicht zu viel verlangen. Eine ganz verdorbene Uhr läßt sich mit vieler Mühe vielleicht wieder in Gang bringen, aber nicht wieder zu einer guten Uhr machen; und das öftere Aufhalten, Aus-einander-nehmen, und Repariren der Uhr, ist ihr so wenig heilsam als dem menschlichen Körper zu viele Medizin. Jeder also, der eine gute Uhr haben will, so wie Jeder der seine Gesundheit zu erhalten wünscht, muß sie selbst pflegen und in Acht nehmen, und sich besonders folgende Regeln der Diät merken.

Eine Pendel-Uhr muß genau vertikal aufgestellt werden, so daß die Schwingungen des Pendels nach beyden Seiten vollkommen gleich sind, und weder der Pendel noch das Gewicht irgendwo anstößt. In dieser Stellung muß die Uhr nebst ihrem Gehäuse unbeweglich befestigt werden, damit weder Fußtritte oder andere Bewegungen im Zimmer, noch die Bewegung des Uhr-Werks selbst, auf ihren Gang Einfluß haben. Wenn nämlich diese Stellung nicht vollkommen fest ist, so

nimmt die ganze Uhr, folglich auch das Gewicht, an der Bewegung des Pendels Theil, und letzteres macht ähnliche Schwingungen wie der Pendel, wodurch im Gehäuse, besonders wenn es zu enge ist, eine so starke Bewegung der Luft entsteht, daß der Pendel in seinen Schwingungen gestört wird, und endlich stehen bleibt.

Was die Taschen-Uhren betrifft, so ist es fast unmöglich, daß alle ihre Theile in vollkommenem Gleichgewichte sind: daher die meisten Taschen-Uhren, nach den verschiedenen Lagen die man ihnen giebt, ihren Gang ändern. Um also die Uhr beständig in derselben Lage zu halten, muß man sie nicht hinlegen sondern aufhängen, weil dieses ihre Lage in der Tasche ist; und zwar so, daß sie fest an der Wand anliegt, weil sie sonst in Schwingungen kommen könnte, die der Bewegung der Unruhe nachtheilig sind.

Da ferner nur selten die Schnecke so vollkommen abgeglichen ist, daß dadurch die Wirkung der Feder auf das Räder-Werk beständig gleiche Stärke hat, so muß man es wenigstens so einrichten, daß diese Ungleichheiten, so wie die, welche aus dem unvollkommenen Eingreifen der Räder entstehen, sich immer in einer gewissen Periode wieder ersetzen, und dadurch gewissermaßen regelmäßig werden: dies erhält man, wenn man es sich zum Gesetze macht, die Uhr immer zu derselben Tages-Zeit aufzuziehen. Dies hat zugleich

den Nutzen, daß man das Aufziehen nicht so leicht vergessen wird: denn es ist ein Vorurtheil, daß der Uhr von Zeit zu Zeit Ruhe dienlich sey. Die Bewegung und Reibung der Räder verhindert die Stockung des Oeles, so wie den Rost der bey der Ruhe leicht entsteht: auch wird man bemerken, daß eine abgelaufene Uhr, nachdem sie wieder in Bewegung gesetzt ist, ihren richtigen Gang nur nach und nach wieder erhält.

Das sicherste Mittel, dem schädlichen Einflusse der Wärme und Kälte vorzubeugen, besonders wenn die Uhr mit keiner Kompensation versehen ist, ist das, sie beständig in derselben Temperatur zu halten, mithin die Pendel-Uhr in einem schattigen kühlen Zimmer aufzustellen, welches im Winter gut geheizt wird, die Taschen-Uhr aber über dem Kamin, oder sonst an einer Stelle aufzuhängen, wo es nicht viel kälter ist als in der Tasche.

Bey dem Aufziehen der Uhr muß man anfänglich geschwind, aber gegen das Ende langsam ziehen, um die Feder nicht zu zerbrechen, oder den Haken, an dem die Kette befestigt ist, auszureißen.

Das geschwinde und gewaltsame Umdrehen des Räder-Werks, welches beym Stellen der Uhr Statt findet, ist ihr immer nachtheilig, und muß daher so viel möglich vermieden werden. Dies ist ein neuer Grund, die Uhr nie still stehen zu lassen, damit die

Zeit,

Zeit, welche die Uhr zeigt, nicht zu sehr von der wahren Zeit abweiche. Hat man aber vergessen die Uhr aufzuziehen, so thut man am besten, sie so lange stehen zu lassen, bis die Zeit herangekommen ist, welche die Uhr anzeigt. In jedem Fall aber, wenn die Uhr gestellt werden soll, muß man den Minuten-Zeiger, indem man seine Axe mit dem Uhr-Schlüssel umdreht durch den kürzesten Weg führen, es sey vor- oder rückwärts. Dieses letztere geht bey Schlag-Uhren nicht über die ganze Stunde an, auch nicht eine oder zwey Minuten vor der ganzen Stunde, weil dadurch das Schlag-Werk in Unordnung gerathen würde.

Ueberhaupt muß man die Uhr vor heftigen Erschütterungen hüten, sie nicht fallen lassen, nicht im Gehen, Fahren, Reiten aufziehen, und so wenig als möglich, besonders auf der Straße oder an staubigen Orten öffnen, auch den Uhr-Schlüssel vor dem Aufziehen wohl reinigen.

Es würde vielleicht hier der Ort seyn, einige Worte von den sogenannten neuen Erfindungen zu sagen, die seit einigen Jahren gemacht sind, die aber mehrentheils nur dem Erfinder Nutzen bringen. Hieher gehört die Einrichtung, wodurch die Uhr sich selbst aufzieht, eine Einrichtung, die nur da einen Zweck haben kann, wo es keine Menschen-Hände giebt, wo also die Uhr selbst unnütz ist; die Verminderung der Zahl der Räder, indem man ihnen mehr Zähne giebt, und

sie dadurch zerbrechlicher macht; die Verkleinerung der ganzen Uhr, wodurch die Schwierigkeit, ihr die gehörige Genauigkeit zu geben, unnützerweise vermehrt wird; die Parachutes, welche die Uhr in unvorsichtigen Händen doch nicht vor dem Zerbrechen schützen können; die Verbergung des Räder-Werks, sogar der Art die Uhr zu öffnen, u. s. w. — Wenn eine Erfindung den Namen der nützlichen verdient, durch welche, wenn nicht alle, doch einige Zwecke bey großer Ersparung der Kosten erreicht werden, so ist vielleicht unter allen diesen neuen Erfindungen die nützlichste diejenige, die ganz in der Stille, häufiger als man es vielleicht glaubt, benutzt wird; nämlich ein schönes Uhr-Band ohne Uhr aus der Tasche hängen zu lassen. Hoffentlich wird keiner meiner Leser jemals in den Fall kommen, diese Erfindung zu benutzen; auch wünsche ich, daß es keinem von ihnen an einer guten Uhr fehle, und daß jeder seine Uhr noch manche tausend Male regelmäßig täglich aufziehe; und mit diesem Wunsche schließe ich diesen langen Artikel und diesen Band.

Ende des vierten Bandes.

Inhalt des vierten Bandes.

Inhalt.

Seite





